



Sveriges lantbruksuniversitet  
Swedish University of Agricultural Sciences

Fakulteten för landskapsarkitektur, trädgårds-  
och växtproduktionsvetenskap

# Rädda Kvillebäcken – möjligheter att rena och fördröja dagvatten

Dagvattenstrategi med syfte att skapa  
en renare recipient

Save the stream Kvillebäcken – possibilities  
to clean and delay storm water

- Applied on Kvillebäcken to generate a cleaner watershed

*Åsa Thidell*

**Rädda Kvillebäcken – möjligheter att rena och fördröja dagvatten. Dagvattenstrategi med syfte att skapa en renare recipient.**

Save Kvillebäcken - possibilities to clean and delay storm water. Applied on Kvillebäcken to generate a cleaner recipient.

Åsa Thidell

**Handledare:** Scott Wahl, SLU, Institutionen för landskapsarkitektur, planering och förvaltning

**Biträdande handledare:** Åsa Bensch, SLU, Institutionen för landskapsarkitektur, planering och förvaltning

**Examinator:** Mats Gyllin, SLU, Institutionen för människa och samhälle

**Biträdande examinator:** Kristin Wegren, SLU, Institutionen för landskapsarkitektur, planering och förvaltning

**Omfattning:** 30 hp

**Nivå och fördjupning:** A2E

**Kurstitel:** Independent Project in Landscape Architecture

**Kurskod:** EX0846

**Program:** Landskapsarkitektprogrammet

**Utgivningsort:** Alnarp

**Utgivningsår:** 2021

**Omslagsbild:** Åsa Thidell

**Elektronisk publicering:** <http://stud.epsilon.slu.se>

**Nyckelord:** dagvattenhantering, Kvillebäcken, fördröjning och rening av dagvatten

**Bilder, kartmaterial och illustrationer:** Framtagna av författaren, om inget annat anges.



## Förord

Tack till alla som hjälpt mig under det här arbetets gång. Tack till Kretslopp och Vatten för all inspiration och intressanta samtal. Framför allt ett stort tack till mina handledare!



# Sammanfattning

---

Som en följd av ett klimat i förändring, med osäkerhet kring framtida scenarion för mängden regn, krävs en mer flexibel förhållning till dagvattenhantering. Den här uppsatsen diskuterar hur en hållbar dagvattenhantering kan utformas i urbana miljöer och applicerar lösningar på området Backaplan i Göteborg. Området har valts för att det är ett befintligt industri- och verksamhetsområde som ska göras om till ett stadsmässigt bostads-, kontors- och verksamhetsområde. Genom Backaplan rinner Kvillebäcken. Bäckens tar idag emot dagvatten från omkringliggande områden och är påverkad både av föroreningar och markanvändningen runt omkring. I uppsatsen diskuteras förslag på lösningar och en strategi för en hållbar dagvattenhantering i den nya utformningen av området Backaplan. Uppsatsens slutsats är att i en framtid med större osäkerhet om mängden fallet regn, till en följd av klimatförändringar, krävs en flexibel förhållning till dagvattenhantering.

# Abstract

---

The climate is changing, and as a consequence of that there exists uncertainty about the amount of rain that will fall in the future. Therefore, a more flexible approach to stormwater treatment is needed. This paper will discuss how a sustainable stormwater treatment can be formed in urban areas. Solutions and suggestions are applied on the area of Backaplan in Gothenburg. The area was chosen because the existing industry- and business area will be rebuilt to a dense city area with living accommodation, offices, and businesses. Through the area flows the watercourse Kvillebäcken. Stormwater from the surrounding area is coming to the watercourse and it is also affected by the surrounding land use.

The paper will present suggestions for solutions to a sustainable stormwater treatment within the new area Backaplan. The paper's conclusion is that in a future with greater uncertainty of the amount of rain and extreme weather, as a consequence of climate change, a flexible approach to stormwater treatment is needed.

# Innehållsförteckning

---

## Introduktion till arbetet

- Bakgrund 1
- Mål och syfte 2
- Frågeställningar 3
- Tillvägagångssätt och metod 3
- Avgränsningar 4

## Avsnitt 1 - Dagvatten

- Från kombinerat till separerat system... 5
- ...till ett hållbart dagvattensystem 5
- Regnintensitet och återkomsttid 6
- Föroreningar och föroreningskällor 7
- Naturliga reningsprocesser 8
- Hållbara dagvattenanläggningar - olika sätt att efterlikna naturen 9
- Hållbara dagvattensystems positiva mervärden 16
- Dagvattenstrategi Backaplan tar avstamp 17

## Avsnitt 2 - recipient Kvillebäcken och stadsutvecklingsprojekt Backaplan

- Nulägesbeskrivning och förutsättningar 20
- Miljö kvalitetsnorm MKN Kvillebäcken 26

## Avsnitt 3 - Utformning och dagvattenstrategi Backaplan

- Dagvattenstrategi 29
- Att beräkna dagvattenvolymer 31
- Lokalgata - exempel 32
- Huvudgata - exempel 35
- Nedströms dagvattenhantering - exempel 39

## Avsnitt 4 - Diskussion

- Metoddiskussion 45
- Utvärdering av utformning och dagvattenstrategi för Backaplan 48
- Syftes- och frågediskussion 49
- Diskussion kring avgränsningar under processen 51
- Slutsats och sammanfattning 52
- Vidare forskning 53

## Källförteckning 55

## Bilagor 60

- Beräkningar av vattenflöden och volymen dagvatten som behöver omhändertas 60
- Växtförslag för regnbäddsstråk och växtbäddar på lokal- och huvudgata och parkområde runt Kvillebäcken 69

# Introduktion till arbetet

## Bakgrund

Förhållningssättet till dagvatten i stadsplanering har förändrats och med det hur dagvattnet ges utrymme i urbana miljöer. Från att dagvatten främst har letts bort, ofta i underjordiska ledningssystem, försöker man idag i stället framhäva och ge utrymme åt dagvattnet i stadsmiljö. Detta möjliggör rening och tillåter en flexibilitet av volymen dagvatten i dagvattensystemet (Svenskt Vatten, 2011). Genom att ge utrymme åt rening och omhändertagande av dagvatten i marknivå kan vattnet både renas innan det når recipient samt öka urbana miljöers resiliens mot pågående och kommande klimatförändringar. Idag involverar diskussioner om dagvatten även hur vattnet kan återanvändas, genom fördröjning, rening och infiltration lokalt (Edge, 2020).

Problem som orsakas av dagvatten i urbana miljöer kan delas upp i två huvudproblem. Det ena problemet är flödet av en ökad volym och intensitet av nederbörd i samband med mer täta och hårdgjorda ytor i urban miljö, bland annat på grund av förtätning. Detta reducerar möjligheten för dagvatten att naturligt infiltrera i mark. Det andra problemet är föroreningar i dagvattnet. I urbana miljöer finns flera källor till föroreningar vilka leder till att dagvattnet för med sig föroreningarna till recipienter i och utanför stadsmiljön och därmed leder till att vattendrag blir undermåliga <sup>1</sup> (Naturvårdsverket, 2017a).

Ett ökat flöde av dagvatten riskerar att leda till översvämningar och skador på fastigheter och infrastruktur, medan föroreningar i dagvattnet främst riskerar att komma ut till och förorena recipienter. Endast en liten del av det dagvatten som faller på marken renas. I EU:s vattendirektiv som trädde i kraft år 2000, togs bestämmelser fram för hur EU:s medlemsstater ska arbeta för att uppnå godkänd vattenstatus i sina vattendrag. Däri ingår att reducera föroreningsutsläppen till vattendrag. Dagvatten riskerar att föra med sig föroreningar till vattendrag och för att motarbeta föroreningar i dagvattnet som kan förorena miljö och vattendrag krävs att rening av dagvattnet blir en naturlig del av dagvattenhanteringen (Naturvårdsverket, 2017a).

Detta arbete redogör först mer generellt om för föroreningar som riskerar att följa med dagvatten till recipient och därefter beskrivs hur reningsprocesser i olika dagvattenanläggningar kan reducera halten föroreningar i dagvatten, via rening och fördröjning. Därefter kommer arbetets fokus att skifta till området Backaplan i Göteborg (se område på bild 1). Kvillebäcken rinner genom Backaplan och är en av stadens centralt belägna recipienter. Bäckens är negativt påverkad av föroreningar från omkringliggande markanvändning. Kvillebäckens vattenstatus uppnår i dagsläget ej godkänd vattenstatus och insatser behövs för att reducera föroreningstillförseln via dagvatten.



Bild 1. Kvillebäcken och området Backaplan i Göteborg.

(Ortofot © Lantmäteriet, 2021)

<sup>1</sup> Kent Fridell, Edge Konsultföretag Webinarium den 4 september 2020.





Eftersom Backaplanområdet nu ska göras om från industri- och handelsområde till en stadsdel med bostäder, kontor och handel kan även förutsättningarna för vilka och mängden föroreningar som riskerar att komma med dagvattnet på grund av markanvändningen ändras. Det kan även påverka förutsättningarna för Kvillebäckens vattenstatus. Ombyggnationen av området kommer att resultera i en förändrad markanvändning. Den nya utformningen av området skulle kunna möjliggöra att dagvattenanläggningar som kan reducera mängden föroreningar i dagvattnet innan det når bäcken kan implementeras. Dessutom kommer Kvillebäcken få en än mer central funktion då bäcken kommer vara både dagvattenrecipient och utgöra rekreationsstråk i området.

Arbetet delas upp i tre huvuddelar. Avsnitt 1 är en litteraturstudie av dagvattenhantering. Avsnitt 2 är en presentation av området Backaplan i Göteborg. Genom området rinner Kvillebäcken och bäcken tar emot dagvatten från området. Eftersom området planeras för att göras om från industriområde till blandad tät stadsbebyggelse appliceras i avsnitt 3 möjliga lösningar för en dagvattenhantering i Backaplan med målet att skapa bättre ekologiska och kemiska förutsättningar för recipienten Kvillebäcken.

Kvillebäcken pekades ut som en lämplig recipient att applicera detta arbete på då bäckens vattenstatus inte uppnår godkända nivåer enligt EU:s vattendirektiv (VISS Vatteninformationssystem Sverige, u.å.) samt att Kvillebäcken rinner igenom området Backaplan som nu genomgår ett stort stadsutvecklingsprojekt. Omgivningarna runt bäcken förändras och då även markanvändningens påverkan på bäcken. Även bäckens betydelse i området blir mer central då området runt bäcken kommer att bli bostadsnära parkmark.

I och med pågående klimatförändringar och det faktum att det är oklart vilka regnvolymer som det bör dimensioneras för i framtiden motiveras att utforma ett långsiktigt hållbart dagvattensystem, som både involverar rening, fördröjning och avledning.

Denna uppsats undersöker hur hållbara dagvattensystem kan utformas i Backaplan och runt om Kvillebäcken som en del i att undersöka hur dagvatten kan renas och fördröjas.

## Definition av dagvatten i detta arbete

Dagvatten kommer i detta arbete att definieras som det vatten som faller och skapar flöden på dessa ytor, i enlighet med Lans (2020). Ju större markytor som beläggs med hårdgjorda, ogenomsläppliga material, ju mer dagvatten behöver omhändertas och avledas till ytor där det antingen kan fördröjas eller infiltreras i marken.

## Mål och syfte

---

Målet med detta arbete är att ge exempel på och undersöka hur hållbar dagvattenhantering kan utformas för att möjliggöra rening, främst från föroreningar från trafik och fördröjning av dagvatten inom Kvillebäckens avrinningsområde.

Syftet med arbetet är att undersöka och samla kunskap om hur hållbar dagvattenhantering kan rena och fördröja dagvatten innan det når recipienten och hur både lokal och nedströms rening kan bidra till en förbättrad vattenkvalitet i recipient.

## Frågeställningar

---

- Vilka olika lösningar finns för att skapa en hållbar dagvattenhantering som renar och fördröjer dagvatten, både lokalt nära utsläppskällan och utmed dagvattnets väg mot recipienten?
- Vilka förutsättningar och möjligheter har Kvillebäcken att ta emot framtida dagvattenvolymer utifrån den förändrade markanvändning som planeras runt bäcken?
- Hur kan hållbar dagvattenhantering utformas för att öka rening och fördröjning av dagvatten inom stadsutvecklingsområdet Backaplan samt för att öka rekreativvärden utmed Kvillebäcken?

## Tillvägagångssätt och metod

---

Arbetet har följande upplägg:

### Avsnitt 1 Dagvatten

Arbetet inleds med en litteratursammanställning av hållbar dagvattenhantering, med fokus på rening och fördröjning av dagvattnet. Den huvudsakliga grunden för kunskapssammanställningen av dagvattenhantering kommer från rapporter från myndigheter, kommuner, verksamma aktörer inom dagvattenhantering, forskningsartiklar och seminarium.

### Avsnitt 2 Recipient Kvillebäcken Stadsutvecklingsprojekt Backaplan

I andra delen av arbetet skiftas fokus till det geografiska området runt Kvillebäcken inom Backaplans exploateringsområde. En nulägesbeskrivning av bäcken och dess omgivning görs utifrån bland annat platsbesök och rapporter från Göteborgs stad. Utredningar från Göteborgs stad samt planer över ombyggnationen av området ligger till grund för avsnittet om förutsättningar för området och dess utvecklingsfas.

### Avsnitt 3 Utformning och dagvattenstrategi Backaplan

I tredje delen av arbetet utformas en övergripande dagvattenstrategi som tar avstamp i avsnitt 1 och 2 för området Backaplan.

För att avgränsa arbetet har utformningen och dagvattenstrategin för Backaplan baserats på rapporter, planer och dokument gällande stadsbyggnadsprojektet Backaplan, i syfte att undersöka hur dagvattnet kan omhändertas utifrån befintliga planer enligt Göteborgs stad.

I utformningen och dagvattenstrategin presenteras exempel på hur dagvatten kan omhändertas och renas lokalt och nedströms inom Backaplanområdet. Lokalt tas mindre volymer vatten upp, och i utformningen undersöks hur det kan utnyttjas jämfört med att möjliggöra att stora volymer dagvatten kan omhändertas nedströms.

Utformningen och förslagen för exempelplatserna sammanfattas utifrån styrkor, svagheter, möjligheter och hot.

## Avgränsningar

---

Arbetet undersöker primärt hur dagvattenlösningar i marknivå med fokus på rening kan utformas. Dagvattenlösningar som är mer tekniska (som exempelvis infiltrationsbrunnar och magasin med sandfilter) kommer inte att involveras i arbetet.

Det kommer göras några grovt uppskattade beräkningar av dagvattenvolymer (se bilaga *Beräkningar av vattenflöden och volymen dagvatten som behöver omhändertas*). Några förenklingar i beräkningarna är hur avrinningskoefficienten har beräknats, vilken ytfördelning för olika typer av markanvändning och vilken volym vatten som antas behöva omhändertas i de exemplifierade platserna inom området. De beräknade volymerna kommer att användas som riktlinje vid utformning av ett dagvattensystem i Backaplan.

Arbetet kommer inte att involvera en strategi för hela Kvillebäckens avrinningsområde. Exempelplatser kommer att presenteras inom området som ingår i stadsutvecklingsprojektet Backaplan och för dessa platser kommer förslag på hållbar dagvattenhantering att exemplifieras.

Detta arbete kommer inte närmare att gå in på frågan hur skötsel- och driftfördelningen gällande dagvattenanläggningar kan fördelas och fungera mellan kommunala förvaltningar. Däremot öppnar arbetet upp för vidare undersökning hur fördelningen av skötsel och drift av dagvattenanläggningar som inte utgörs av ledningsnät och där dagvattenanläggningarna inte heller är utformade för en tydlig funktion (som rening, avledning eller fördröjning), utan i stället blir mer integrerade i parkmark och gatuutformning kan fördelas och skötas mellan de kommunala förvaltningarna.

Det har varit en väldigt undersökande process i arbetet med att ta fram en dagvattenstrategi och det finns flertalet aspekter som går att utveckla och förbättra. Exempelvis skulle en vidareutveckling av dagvattenstrategin vara hur större flöden av vatten kan ledas undan i området, ifall det exempelvis skulle inträffa ett skyfall. Det blev för omfattande att involvera aspekten skyfall i dagvattenstrategin men det vore intressant att undersöka hur infrastrukturen och området kan utformas och anpassas för att avleda skyfall till lämpliga uppsamlingsplatser. Det skulle också vara intressant att undersöka hur de föreslagna anläggningarna i dagvattenstrategin i arbetet kan kombineras eller utvecklas så att exempelvis vatten leds till vissa gator som ligger i naturliga lågpunkter eller att vattnet snabbt kan ledas till parkområdet runt Kvillebäcken.

# Avsnitt 1 – Dagvatten

Det här avsnittet handlar inledningsvis om hur dagvattenhanteringen har förändrats, från när dag- och spillvatten fördes samman till gemensamma ledningar, till idag när dag- och spillvatten allt oftare leds till separata ledningar eller system. Risken för översvämning gör att separerata system för dag- och spillvatten är önskvärt då det reducerar risken att orenat spillvatten leds ut till recipienter. I och med klimatförändringarna förväntas regnvolymer öka och därmed kan en större kapacitet i dagvattensystemen behövas för att motverka översvämningar (Andersson et al., 2015). Samtidigt för dagvatten med sig föroreningar till recipient och behöver därför renas för att inte påverka miljön i och runt recipienten negativt. Detta motiverar en hållbar dagvattenhantering som både tar fördröjning och rening av dagvatten i beaktande (Svenskt Vatten, 2011).

Därefter kommer en kort redogörelse om föroreningar och dess utsläppskällor för att sedan följas av ett stycke om naturlika reningsprocesser, vilka kan ingå i anläggningar för hållbar dagvattenhantering. Avslutningsvis kommer positiva mervärden och en summering av hur teoridelen om dagvattenhantering vidare kan användas för att utforma en hållbar dagvattenstrategi vid och runt Kvillebäcken.

## Från kombinerat till separerat system...

Tidigare i Sverige, innan 1950-talet, byggdes så kallade kombinerade rörsystem där både dag- och spillvatten leddes till ett och samma system. Från 1950-talet har dessa ledningar kompletterats av nya rör som endast är till för dagvatten men de kombinerade systemen ligger på många ställen kvar och samlar upp både dag- och spillvatten (Svenskt Vatten, 2007). Detta innebär att både dag- och spillvatten går till reningsverk för rening. Om det faller stora volymer regn riskerar rören i det kombinerade ledningssystemet att inte ha tillräcklig kapacitet för att leda undan dagvattnet. Det kan leda till att ytor riskerar att översvämmas samt att reningsverken inte klarar av att ta emot de stora vattenmängderna som det kombinerade systemet samlar upp. För att inte riskera att till exempel brunnar eller toaletter svämmas över vid kraftiga regn släpps delar av vattnet från det kombinerade systemet ut direkt i recipienten, en process som kallas bräddning. Förorenat spill- och dagvatten bräddas alltså ut i recipienten och påverkar vattendraget negativt genom tillförsel av bland annat näringsämnen, bakterier och metaller (Kretslopp och Vatten Göteborgs Stad, 2018a).

Att bygga ut det nuvarande ledningssystemet med större rör är kostsamt och tillåter inte någon flexibilitet i maxvolym ifall en ännu större vattenvolym skulle behöva omhändertas i systemet (Haghighatafshar, 2019). Genom att frångå det konventionella ledningssystemet att leda dagvatten direkt till reningsverk eller recipient, och istället fördröja, rena och möjliggöra infiltration av dagvattnet i mark appliceras strategier för en mer hållbar dagvattenhantering (Göteborg Stadsbyggnadskontoret, 2018). Genom att aktivt leda vattenflöden till lämpliga ytor för vattenhantering kan översvämningsrisken motverkas vid stora vattenflöden (Göteborg Stadsbyggnadskontoret, 2018).

## ...till ett hållbart dagvattensystem

Hållbar dagvattenhantering handlar inte enbart om att separera dagvatten och spillvatten i två olika system. Ett hållbart dagvattensystem är även en utveckling av det separerade dagvattensystemet. Rening och fördröjning av dagvattnet integreras i dagvattensystemet för att möjliggöra en renare recipient och miljö samt att reducera risken för översvämningar. För att utforma ett hållbart dagvattensystem är det viktigt att se till varje plats förutsättningar, till exempel gällande jordart och höjdsättning. På så sätt kan man inspireras av och involvera naturliga sätt att fördröja och rena dagvatten i dagvattensystemet (Svenskt Vatten, 2011). Svenskt Vatten (2011, 2016) framhåller även vikten av att planering och



utformning av ett hållbart dagvattensystem inte enbart görs utifrån vatten- och avloppsexpertis utan även involverar fler aspekter och infallsvinklar i stadsplaneringen som trafikplanering, grönyteplanering och utformning och placering av bebyggelse.

Målet med ett hållbart dagvattensystem är att utforma och planera stadsbebyggelse så att risken för översvämningar av bebyggelse och infrastruktur som en följd av nederbörd reduceras, även för framtida volymer regn. Ett sätt att undvika översvämning är att sprida ut fördröjning och avledning av dagvattnet utmed dagvattensystemet (från där var regnet faller till att det mynnar ut i recipient) så att belastningen på systemet blir jämnare. Genom att möjliggöra att regnvatten infiltrerar i mark kan dessutom grundvattnet fyllas på (Svenskt Vatten, 2011). Om fördröjning och rening byggs in i systemet kan risken för att föroreningar kommer med dagvattnet till vattenmiljöer minskas (Svenskt Vatten, 2016). Fördelen med att utforma ett hållbart dagvattensystem är att avledning, fördröjning och rening involveras i planeringen av dagvattensystemet, i stället för att dessa olika funktioner adderas till ett konventionellt rörledningssystem.

Att utforma ett hållbart dagvattensystem är även ett sätt att planera för och utforma dagvattenhanteringssystem som långsiktigt ska vara funktionella och flexibla trots en osäkerhet i framtida klimatscenario. Till ett hållbart dagvattensystem kan även andra aspekter inkluderas, så som stadsvegetation, rekreation, mobilitet och ekonomiska aspekter genom att risken för översvämningar reduceras (Echols, 2007).

## Regnintensitet och återkomsttid

---

Regn beskrivs med återkomsttid, intensitet och varaktighet. Återkomsttid är det sannolika tidsintervallet till att ett visst regntillfälle (regnvolum under en viss tid) ska inträffa igen, medan intensitet och varaktighet beskriver tidsenhet och yta. Information om regn baseras på statistik och data från uppmätta tidigare regn (Föreningen Sveriges Stadsbyggare, 2018).

I Svenskt Vattens publikation *Avledning av dag-, drän- och spillvatten* redogörs för återkomsttid och intensitet. Som exempel presenteras: om 30 mm regn faller på 10 minuter definieras regnet som ett 100-årsregn. Men om 30 mm regn däremot faller under 20 minuter definieras regntillfället som ett 50-årsregn. Volymen och tiden avgör intensiteten och återkomsttiden för ett regn (Svenskt Vatten, 2016, s. 32).

Generellt har de befintliga ledningssystemen för dagvatten dimensionerats för att klara ett 10-årsregn. Om det faller mer regn än vad ledningssystemet har kapacitet riskerar det att orsaka översvämningar (Naturvårdsverket, 2017a).

Värt att nämna är att klimatförändringar väntas ha en kraftig inverkan på avloppsledningssystemet, både på grund av ökad nederbörd och ändrad havsnivå. Den sistnämnda är en aspekt som inte kommer att diskuteras mer i detta arbete men är viktigt att ta i beaktning vid utformning av vatten- och avloppssystem.

Som tidigare nämndes i introduktionen väntas mer intensiva regn i framtiden på grund av klimatförändringar. Det råder en osäkerhet kring vilka volymer dagvatten som kan komma att behöva omhändertas i framtiden, vilket motiverar en flexibilitet i dimensionering av dagvattensystemet och att utrymme ges åt dagvatten för att motverka översvämningar i framtiden.

## Föroreningar och föroreningskällor

I denna sektion presenteras några föroreningar som riskerar att spolas med dagvatten och ha negativ påverkan på en recipient.

Det förekommer näringsämnen i dagvatten, oftast från jordbruksmark och grönytor. Näringsämnen som fosfor och kväve riskerar att leda till algbloomning, syrebrist och övergödning i vattendrag. Fosfor förekommer både i löst och partikelbunden form, vilket påverkar hur fosfor kan reduceras från dagvattnet. Metaller som oftast förekommer i dagvatten från trafikytor, även kallat trafikdagvatten, är bly, järn, kadmium, zink, koppar, krom och nickel (Bjelkås & Lindmark, 1994), varav de fyra sista är de vanligaste. Koppar och bly kommer framför allt från fordonslitage och fordonsbränsle och zink, krom och kadmium kommer framför allt från när fordons ytmaterial nöts. Bly riskerar att lagras i organismer och även negativt påverka deras fertilitet. Koppar, zink, kadmium, krom och nickel kan vara giftiga för vattenlevande växter och djur (Naturvårdsverket, 2017b).

Föroreningar kan förekomma i antingen fast partikelform eller helt lösta i vatten. Föroreningar i partikelform kan antingen vara bundna till en partikel (exempelvis sand eller grus) eller lösta partiklar i vatten (TSS total suspended solids). Lösta föroreningar (så kallade TDS) är i joniserad eller kolloidal form. I vilket tillstånd föroreningen förekommer påverkar dess möjlighet till reduktion i olika varianter av dagvattenanläggningar (Naturvårdsverket, 2017b).

Trafiken är en av de största källorna till att föroreningar tillförs dagvattnet. Föroreningarna kommer från vägslitage, slitage på fordon, avgaser och halkbekämpning (Naturvårdsverket, 2017a). Parkeringsplatser är likt hårdtrafikerade vägytor också en källa till föroreningar i dagvatten (Andersson et al., 2015). Även byggarbetsplatser kan orsaka tillförsel av föroreningar till dagvattnet. Exempelvis kan pH-halten i vattnet påverkas om regnet faller på betong och cement som då spolas med. Rost från metall är en annan orsak till föroreningar (Naturvårdsverket, 2017a). I en artikel av Helmreich (2016) framkommer dessutom att vägar som har en ÅDT (årsmedeldygnstrafik) >5000 ofta genererar mer föroreningar som riskerar att komma med dagvattnet än en motorväg, då det på vägar med en lägre trafikbelastning (och därmed oftare mindre vägar) ofta är en ojämnare körning med broms- och start-sträckor vilket genererar mer slitage och nötning på fordon och väg (Helmreich, Huber, Welker, 2016). Andra resultat pekar på att ju mer trafikerad en vägyta är ju högre belastad av föroreningar är vägytan, vilket resulterar i att en hög föroreningshalt riskerar att komma med dagvattnet från vägytan (Miljöförvaltningen Stockholms Stad, 2018; Göteborg Stad Kretslopp och Vatten & Miljöförvaltningen, 2017). Att trafikdagvatten är en stor bidragande faktor till att föroreningar når recipienten är dock nämnda källor eniga om.

Trafikdagvatten orsakar bland annat att metallföroreningar följer med dagvattnet. Metaller förekommer antingen i löst form (jon-form) eller partikelbundet och formen beror bland annat på pH och temperatur i vattnet. Metaller som är lösta i vatten är generellt svårare att få bort från dagvattnet än metaller i partikelform, eftersom de inte kan tas bort via filtrering eller sedimentering, utan det krävs att de lösta metallerna fastnar på antingen en filteryta (porös yta) eller tas upp av vegetation (Helmreich et al., 2016). Olika metaller skiljer sig dessutom i hur pass lösliga de är och om de tenderar att mest förekomma i löst eller partikelbunden form (Horner et al., 2007; Helmreich et al., 2016), vilket kan försvåra processen att få bort metallföroreningarna i dagvattnet och både anläggningar för att reducera partikelbundna och lösta metallföroreningar kan behövas. Metall- och metall-joner ackumuleras framför allt i det översta markskiktet i infiltreringsytan (Färm, 2003).

PAH:er (polycykliska aromatiska kolväten) och olja kommer från väg- och fordonslitage, industrier och från förbränning av fossilt bränsle (Horner et al., 2007; Naturvårdsverket, 2017a) och spolas med dagvattnet till recipient (Marsalek et al., 2020). PAH:er finns i olika varianter, men flertalet kan vara

cancerframkallande och skadliga för både djur och växter (Larm & Pirard, 2010). I artikeln *Removal and Fate of Polycyclic Aromatic Hydrocarbon Pollutants in an Urban Stormwater Bioretention Facility* presenteras att PAH:er fastnar generellt i de översta 10 cm av jordsubstratet i infiltrationsytan (Davis et al., 2009).

Föroreningshalten i dagvatten kan variera över året och är som högst under vinter och vår (Miljösamverken Västra Götaland, 2014). En förklaring till det är att vägsalt används för halkbekämpning (Bjelkås & Lindmark, 1994). Sand, grus och salt som används för halkbekämpning bidrar till att nötningen av ytor från både fordon och vägsitage ökar, vilket orsakar en högre halt metaller i dagvattnet under vintern (Naturvårdsverket, 2017b).

## Naturliga reningsprocesser

---

Dagvatten kan renas genom processer som naturligt förekommer i naturen och det är även de här processerna som framför allt kommer att efterliknas och konstrueras i arbetets tredje utformande del Utformning och dagvattenstrategi Backaplan.

Genom fysiska, fysisk/kemiska eller biologiska processer (Ellis et al., 2008) som delvis överlappar och påverkas av varandra, renas vattnet när det rinner över ytor eller infiltrerar i mark. För detta arbete kommer främst infiltration (adsorption) och växtupptag (absorption) och sedimentering att diskuteras vid utformningen av dagvattenanläggningar.

Den kanske vanligaste reningsprocessen i öppna grönbå dagvattenlösningar är infiltration av vatten i mark- eller jordsubstrat. Infiltration påverkas av jordens eller filtrets porositet, ju mer porer substratet i en anläggning har, desto mer kan föroreningar adsorberas till substratet. Möjligheten till adsorption blir bättre vid låga vattenflöden. En hög porositet leder till en långsammare infiltration. Hur effektivt föroreningar renas från dagvatten via infiltration påverkas av vattnets temperatur, pH och hur länge dagvattnet är i kontakt med filtermaterialet (Färm, 2003). Det krävs ingen längre kontaktyta utan i artikeln *Sorption Media for Stormwater Treatment—A Laboratory Evaluation of Five Low-Cost Media for Their Ability to Remove Metals and Phosphorus from Artificial Stormwater* presenteras att den största mängden föroreningar tas upp via adsorption, absorption eller filtrering under de första 10 minuterna vattnet är i kontakt med filtersubstratet (Arias et al., 2012) vilket kan vara viktigt att beakta om en anläggning ska anpassas till normalt förekommande lågintensiva och ihållande regn. En förändring av exempelvis pH eller temperatur i vattnet kan även orsaka att föroreningar släpps eller löses från filtersubstratet i en dagvattenanläggning och läcker ut med dagvattnet (Baker et al., 2020).

Vegetation kan via absorption ta upp föroreningar via rotsystemet. Föroreningarna kan sedan transporteras från rotsystemet upp i växten. Att klippa ner och bortföra växtdelar kan alltså vara ett sätt att ta bort föroreningar från ett område (Svenska Geotekniska Föreningen, 2020). Framförallt tar växter upp lösta föroreningar (Naturvårdsverket, 2017b). Näringsämnen (så som kväve och fosfor) kan reduceras från dagvattnet via växtupptag. Det förutsätter dock att växterna är aktiva (och sker alltså enbart under vegetationsperioden) (Hu et al., 2009). Mikroorganismer i jordsubstrat kan bidra till biologisk nedbrytning av föroreningar som kommer med dagvatten. De kan både reducera lösta metaller och föroreningar i partikelform (Färm, 2003). Mikroorganismer kan främjas i miljön runt växters rotsystem, och där bidra till en effektivare nedbrytning av föroreningar<sup>2</sup>. Denitrifikation är en process då bakterier gör om kväve i dagvattnet till kvävgas vilket kan möjliggöra att kväve reduceras från dagvattnet (Persson, 1997). Sammanfattningsvis kan vegetation och mikrolivet runt växternas rötter spela en viktig roll i rening av dagvattnet.

<sup>2</sup> Kent Fridell, Edge Konsultföretag Webbinarium Hasselfors Garden den 19 november 2020.

Sedimentering sker då föroreningar (partikelbundna eller lösta partiklar) sjunker till botten i en reningsanläggning. Då vattnet har ett lågt flöde, eller om vattnets flöde stannar upp, möjliggörs en effektivare sedimentering av partiklarna i vattnet (Ellis et al., 2008).

Det här arbetets fokusområde är Kvillebäcken och för att knyta samman problematiken med föroreningar i dagvatten och hur de negativt kan påverka en recipient presenteras här hur Kvillebäcken har påverkats. Två rapporter, *Kontrollprogram för recipient* (Göteborgs Stad Kretslopp och Vatten, 2019) och *Miljörapport 2019 för avloppsanläggningar anslutna till Ryaverket* (Göteborgs Stad Kretslopp och Vatten, 2020), framtagna av Göteborgs förvaltning Kretslopp och Vatten redogör för föroreningar i Kvillebäcken. I rapporten *Kontrollprogram för recipient* (Göteborgs Stad Kretslopp och Vatten, 2019) presenteras resultat av fem provtagningar som gjordes i bäcken under 2018. Rapporten visar att det är problematiska nivåer av flertalet föroreningar i bäcken och att det gäller för metaller (exempelvis arsenik, koppar, bly och zink), bakterier (exempelvis e-koli och intestinala enterokocker) och näringsämnen (exempelvis kväve och fosfor). I *Miljörapport 2019 för avloppsanläggningar anslutna till Ryaverket* (Göteborgs Stad Kretslopp och Vatten, 2020) presenteras att spillvatten som töms till bäcken via bräddpunkter från det kombinerade systemet bidrar till att näringsämnen, bakterier och metaller kommer ut i för höga halter i Kvillebäcken.

Då det gjordes provtagning av Kvillebäckens bottenfauna gjordes bedömningen att det var ett lågt antal arter samt en låg individtäthet. De flesta arter av de som påträffades i bottenfaunan är föroreningståligen arter och Kretslopp och vatten menar att det indikerar på att bäcken och dess bottenfauna är påverkad av föroreningar (Göteborgs Stad Kretslopp och Vatten, 2018a).

## Hållbara dagvattenanläggningar - olika sätt att efterlikna naturen

Dagvattenanläggningar utformas utifrån platsens förutsättningar, till exempel om det finns möjlighet att rena eller fördröja dagvattnet på platsen eller om det behöver ledas undan. Funktionen av en dagvattenanläggning kan delas in i anläggningar som fördröjer dagvattnet, anläggningar som möjliggör infiltrering till mark och anläggningar som bidrar till en reducering av föroreningar.

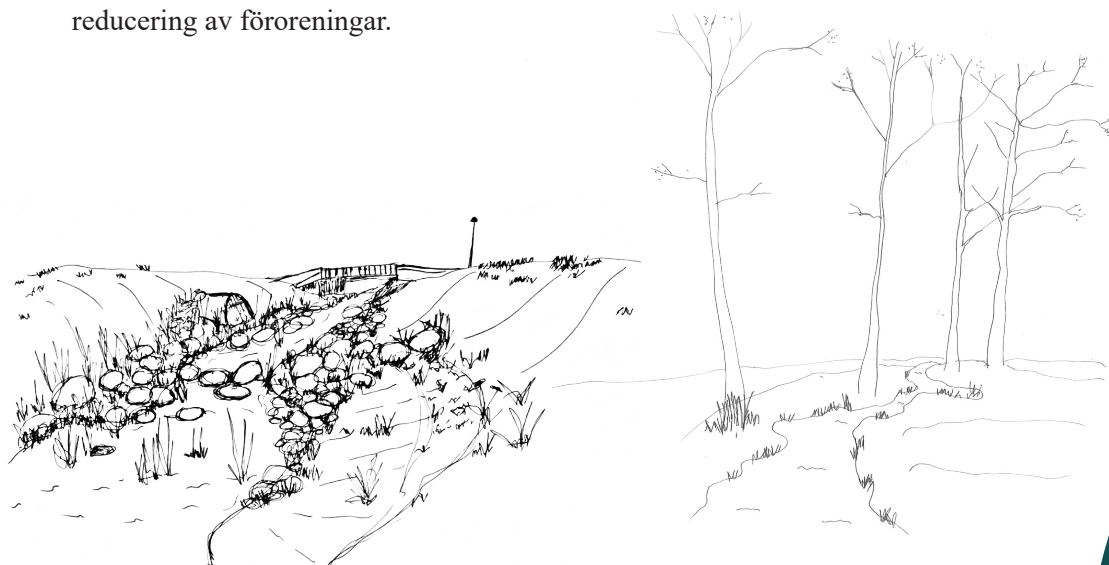


Bild 2. Till vänster skiss av ett anlagt dike, som har inspirerats i utformning för att efterlikna naturliga vattendrag. Vattnet kan renas på vägen nedströms och bidra till rekreation i området. Diket är även utformat för att kunna ta hand om en variation av vattenvolym. Till höger en skiss av dike i naturmiljö där vattnet tillåts att svämma över omkringliggande mark.



## Lokal och nedströms dagvattenhantering

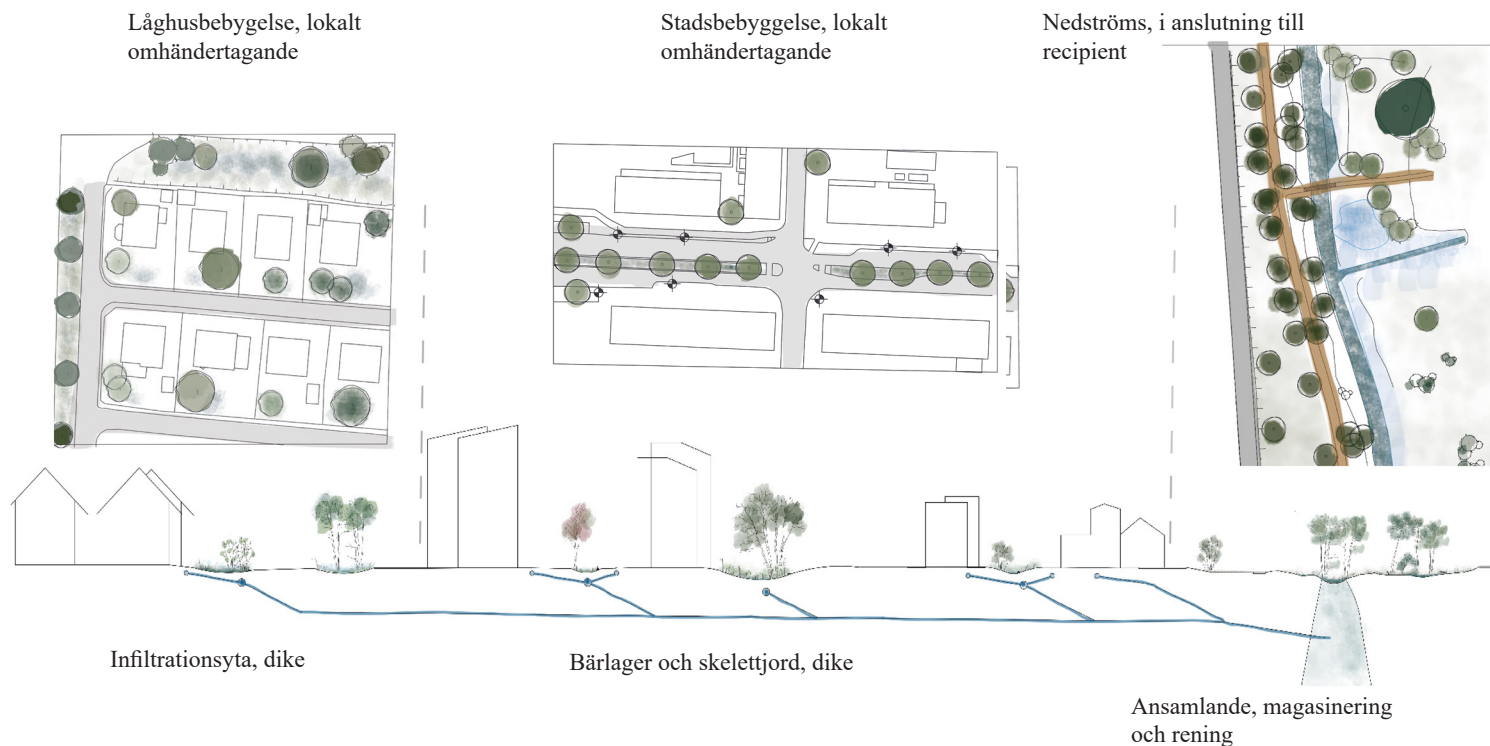


Bild 3. Illustration över lokal och nedströms dagvattenhantering. Visar på olika möjligheter att inrätta dagvattenlösningar lokalt beroende på bebyggelsestruktur, för att nedströms vid recipient möjliggöra en samlad dagvattenhantering.

Skiss inspirerad av figur 1.6 av Göran Lundgrens, s. 15 i Hållbar dag- och dränvattenhantering (Svenskt Vatten, 2011).

Implementering av dagvattenanläggningar kan delas upp i lokala lösningar, i anslutning till utsläppskällan, och nedströms lösningar, i anslutning till recipienten Kvillebäcken (se illustration ovan) (Svenskt Vatten, 2011).

Exempelvis innebär lokal rening vid en väg att reningen av dagvatten sker i anslutning till vägytan, till exempel genom diken eller regnbädd. En fördel med lokal rening är att föroreningarna då är mer koncentrerade i dagvattnet och att det är en mindre volym vatten som behöver passera reningsanläggningen (Edge, 2020).

I en nedströms anläggning samlas vattnet upp innan det når recipienten, det kan vara för att fördröja vattnet vid stora volymer eller för att rena vattnet. Generellt blir det större volymer vatten att omhänderta, och därmed en lägre koncentration av föroreningar, som planeras för och ansamlas i nedströms anläggningar, vilket gör att de kräver större yta (Edge, 2020).

Det finns flertalet olika varianter av dagvattenanläggningar, både lokalt uppströms och nedströms i anslutning till recipient och i nästa stycke kommer några att presenteras. En del av dessa kommer sedan att användas för att exemplifiera hur ett dagvattensystem, från lokalt till nedströms omhändertagande, kan utformas för att rena och fördröja dagvattnet innan det når recipienten Kvillebäcken.

## Reningsanläggningar under mark

**Sandfång** kombineras ofta ihop med andra typer av dagvattenanläggningar eller i brunnar innan dagvattnet rinner vidare ner i ledningssystemet för att reducera risken att dagvattenanläggningen eller ledningen sätts igen av partiklar, sand och grus som bildar sediment. Ett sandfång ska ansamlas sediment och partiklar som kommer med dagvattnet. Det resulterar dessutom i en viss reduktion av partikelbundna föroreningar från föroreningar (Blecken, 2016). Eftersom dagvattnet kan renas när det infiltrerar i mark är det viktigt att jorden hålls porös och inte sätter igen av partiklar och sediment. Ett sandfång eller en annan typ av sedimentansamlare kan därmed vara viktiga för att en dagvattenanläggning ska fungera som planerat.

**Urbana trädbäddar anpassade för dagvatten.** Träd behöver yta och rotutrymme och yta är något som ofta är en bristvara i stadsmiljöer. För att träd ska kunna trivas i stadsmiljö krävs det att de har tillgång till syre, vatten och att marken runt dem inte kompakteras när den utsätts för en för hög belastning. Genom att utforma skelettjordar för trädbäddar kan man se till att träden ges de förutsättningar som krävs och samtidigt klara av den höga belastningen från omgivningen, exempelvis av trafik. Genom att skelettjorden byggs upp med grov makadam 80 – 150 mm som blandas med jord eller biokol skapas luftutrymmen mellan makadamet, där plats för både trädets rötter, vatten och gasutbyte ges. Till skelettjorden kan dagvatten ledas och på så vis bli en del av dagvattensystemet (Gustafsson et al., 2015), se bild 1.2 för illustration.

**Luftiga förstärkningslager** (se bild 4 nedan) är en variant av uppbyggnad av vägbanors förstärkningslager som kan användas för fördröjning, avledning och eventuellt även för rening av dagvatten. Traditionellt har förstärkningslager för vägar byggts upp av samkross i olika fraktionsstorlekar, även finfraktioner (så kallade 0-fraktioner). Finfraktioner underlättar att förstärkningslagret packas hårt och därmed klarar en hög trafikbelastning, men det innebär också att det inte finns plats för vatten eller syre. Det går dock att packa vägens förstärkningslager utan finmaterial. Genom att ändra på uppbyggnationen av förstärkningslagret och ta bort allt finmaterial (0-fraktioner) och enbart använda större fraktioner så kan hålrum skapas i bärlagret dit dagvatten kan ledas samtidigt som belastning för trafik möjliggörs (Svensk Markbetong, 2019)<sup>3</sup>.

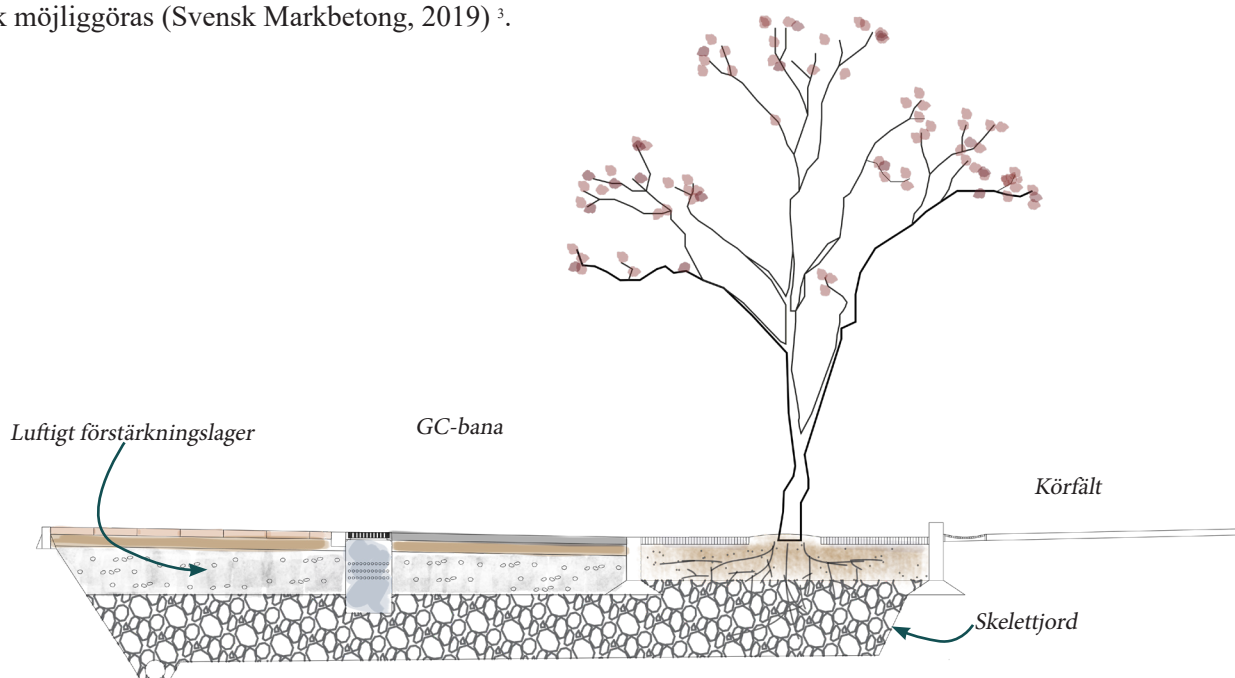


Bild 4. Schematisk bild av luftiga förstärkningslager ihop med skelettjord. Figur inspirerad från Svenskt Vatten (2011) s. 76.

<sup>3</sup> Kent Fridell, Edge Konsultföretag Webinarium Edge den 4 september 2020.

Till både skelettjordar och luftiga förstärkningslager kan dagvattnet antingen infiltrera från vägytan (exempelvis om vägen anläggs med semi-permeabel yta) ner i förstärkningslagret eller ledas via rännstensbrunnar ut till skelettjorden eller det luftiga förstärkningslagret. Därifrån kan vattnet ledas vidare till dagvattenledningssystemet.

Det är osäkert vilken reningspotential som luftiga förstärkningslager faktiskt har på inkommande dagvatten. Det kan finnas en möjlighet till reduktion av föroreningar när dagvattnet infiltrerar i substratet som bygger upp det luftiga förstärkningslagret. (Edge, 2020) <sup>4</sup>. En nackdel med luftiga förstärkningslager är att de inte har använts så länge, vilket gör att det inte finns så mycket implementerade anläggningar att utgå från.

Bristen på tillgänglig yta i gatumiljö gör det svårt att anlägga dagvattenanläggningar för rening och fördröjning. Att kombinera gatans uppbyggnation och dagvattenhantering via luftiga förstärkningslager är ett exempel på hur ytor kan utformas för mer än en funktion <sup>5</sup> och de luftiga förstärkningslagren kan även kombineras med skelettjordar (Svenskt Vatten, 2011).

## Reningsanläggningar ovan mark

**Infiltrationsyta** (benämns även som översilningsyta eller torrdamm) är nedsänkta ytor som ofta är gräsbeklädda och som kan fyllas upp med vatten så pass att det bildas en vattenspegel under en kortare period vid regn, tills regnet infiltrerat ner i marken eller runnit vidare. Den främsta funktionen med den här typen av dagvattenhantering är att fördröja dagvattnet och jämna ut flödet av vatten i dagvattensystemet (VA-guiden, u.å.). Infiltrationsytor kan även bidra till att rena dagvattnet, då via infiltration i marken och sedimentering av partiklar (Stockholm Vatten och Avfall, 2017a). Genom att utforma en infiltrationsyta med ett substrat så att vatten kan infiltrera, exempelvis om jordsubstratet delvis består av sand och grus, så kan rening av vattnet möjliggöras. Om infiltrationsytan är vegetationsbeklädd kan växternas rötter bidra till absorption av föroreningar som kommer med dagvattnet. Växternas rotsystem bidrar dessutom till att bibehålla en porositet i jordsubstratet som främjar infiltrering (Brisbane City Council, 2006). Översilningsytor kan även vara en möjlighet att lagra snö på så att smältvattnet kan genomgå en viss rening innan det rinner vidare (Svenskt Vatten, 2007).



Bild 5. Schematisk bild av infiltrationsstråk, s. 72, inspirerad av Svenskt vatten Hållbar dag- och dränvattenhantering (2011).

<sup>4</sup> Kent Fridell, Edge Konsultföretag Webbinarium Edge den 4 september 2020.

<sup>5</sup> Kent Fridell, Edge Konsultföretag Webbinarium Hasselfors Garden den 19 november 2020.

**Diken** (se bild 6) används främst för att leda undan och fördröja vatten från vägytor. Dagvattnet kan dock genomgå en viss rening via infiltration i marken (Stockholm Vatten och Avfall, 2017b). Beroende på om diket är utformat med dämningar, dikets längd och beroende på hur tät vegetationen i diket är kan vattenflödet saktas av än mer och öka reningspotentialen (Stockholm Vatten och Avfall, 2017b; Svenskt Vatten, 2007).

Diken behöver skötas, vegetation behöver klippas och skräp kan behöva rensas bort. Sedimentrensning är också nödvändigt för att förhindra igensättning, men också för att föroreningar som ackumulerats i sediment inte ska spolats med dagvatten (Stockholm Vatten och Avfall, 2017b).

**Makadamdike** är en variant av dike och innebär att ett utgrävt dike fylls med makadam (inga 0-fraktioner), se bild 7 för exempel. Ju finare fraktionsstorlek det är på makadamen ju högre reningspotential möjliggörs när vattnet filtreras genom makadam-filtret. Makadamdiken kan därför användas både för dränering och rening. Makadamdiken är en yteffektiv och relativt billig anläggning (Stockholm Vatten och Avfall, 2017c).



Bild 6. Schematisk bild av ett vegetationsbeksatt dike. Framförallt en dagvattenanläggning som avleder och fördröjer dagvatten (ej skalenlig) (Svenskt Vatten, 2011).

0 m 2 m

Sandfång eller dylikt där finmaterial och sediment kan ansamlas innan vattnet leds vidare in i makadamdiket kan vara nödvändigt för att inte diket ska riskera att sätta igen. Dessutom kan makadamlagret behöva bytas ut för att det inte ska bli läckage av föroreningar från diket med dagvatten (Stockholm Vatten och Avfall, 2017c).

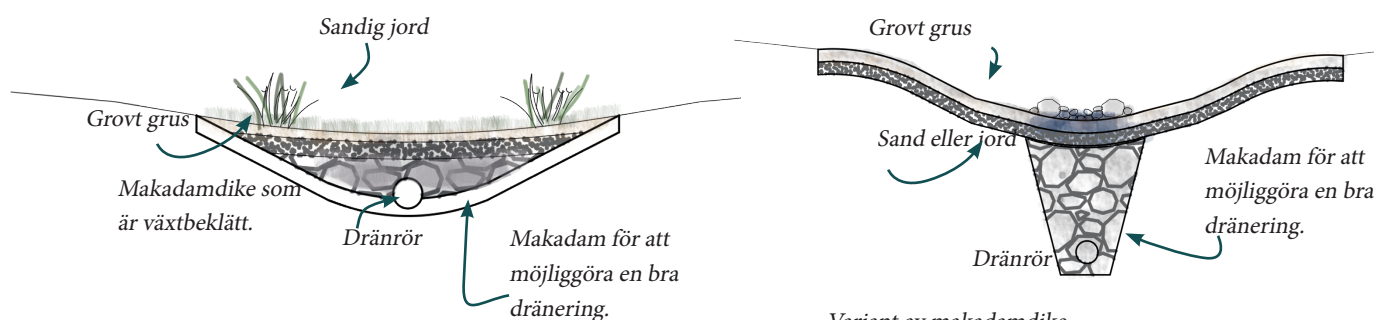


Bild 7. Schematisk bild av makadamdike, inspirerad av Svenskt vattens Hållbar dag- och dränervattenhantering (2011) (ej skalenliga).

0 m 2 m



**Regnbädd** (benämns även ofta som biofilter) är nedsänkta växtbäddar där dagvattnet kan ansamlas och sedan infiltrera i jordsubstratet innan vattnet leds vidare. Ofta anläggs de lokalt i anslutning till föroreningskällan, exempelvis vid en vägbana eller parkeringsplats. För att minska risken att regnbädden sätts igen av sediment som kommer med dagvattnet kan det behövas sandfång vid inlopp till regnbädden så att sediment, sand och grus kan ansamlas innan vattnet når regnbädden (Svenskt Vatten, 2007).

Regnbäddar har generellt en hög reningspotential för både metaller och näringsämnen (Blecken, 2016). Växterna i regnbädden är viktiga då de främjar mikroliv i jordsubstratet samt att växternas rötter håller jorden luftig och porös vilket både är bra för infiltration och mikroliv som kan bidra till nedbrytning av föroreningar (Svenskt Vatten, 2007). När vattnet infiltrerar i jordsubstratet renas det via adsorption. Biokol kan vara ett möjligt tillskott till jordsubstratet för att öka reningspotentialen, både för att biokolet med sin enorma andel finporer kan adsorbera föroreningar och för att biokolet kan främja mikroliv och växter i jordsubstrat<sup>6</sup>.

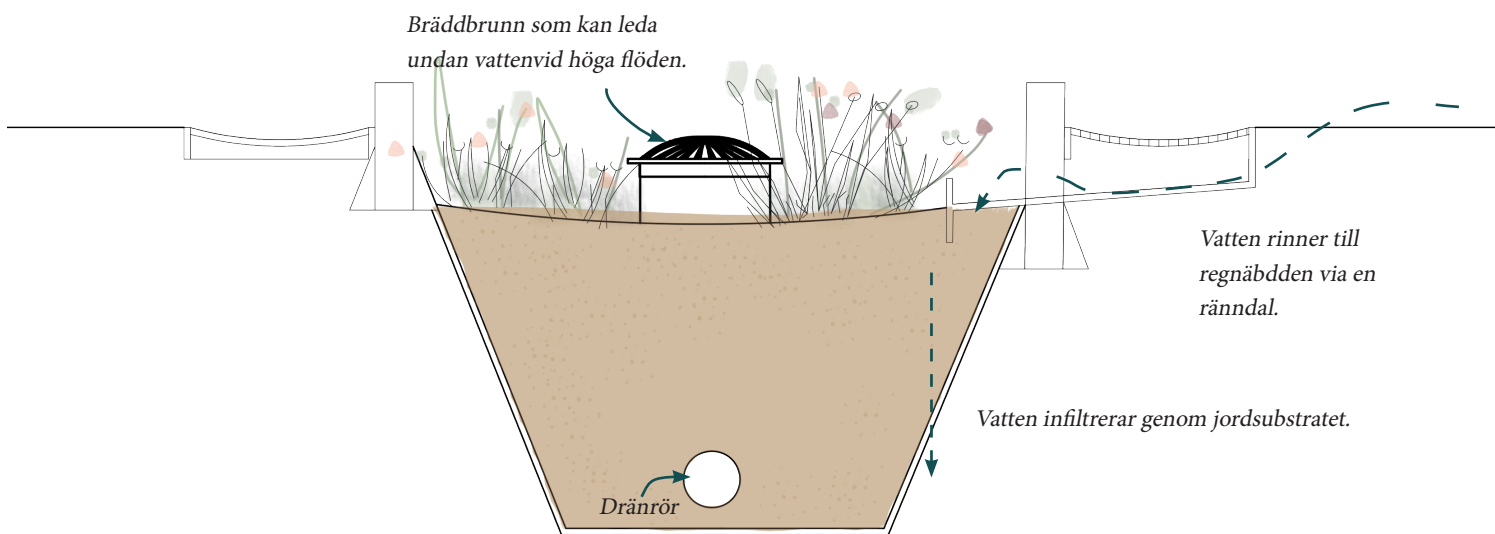


Bild 8. Schematisk och förenklad bild av en regnbädd. Vattnet leds in via en rännal där sediment kan ansamlas innan vattnet leds vidare ut i bädden.

Substratet i regnbädden är generellt en sandig jordblandning, med bra möjlighet till infiltration (Blecken, 2016). Metaller fastnar generellt i de översta 10 centimetrarna och därför kan det substratet behöva omhändertas och bytas ut ungefär vart 5-20 år för att regnbädden inte ska börja läcka ut föroreningar (Edge, 2020; Bjelkås & Lindmark, 1994).

I artikeln *The pollution removal and stormwater reduction performance of street-side bioretention basins after ten years in operation* presenteras resultatet av en undersökt 10 år gammal regnbädd i Australien. Mätningar gjordes under ett antal tillfällen och vattenprover togs. Regnbädden visade på god infiltrationsförmåga men resultatet av vattenproverna visade på en stor variation i rening av föroreningar från tillfälle till tillfälle. I artikeln presenterades även en analys av substratprov från regnbädden. Provresultatet visade inte på skadliga nivåer av föroreningar i substratet, vilket kan tolkas antingen som att föroreningarna som rinner till bädden vid ett nederbördstillfälle rinner igenom bädden vid nästa regn (Lucke & Nichols, 2015) alternativt att substratet inte har skadliga nivåer av föroreningar och därmed inte behöver bytas ut förrän efter 10 år. Artikeln lyfter osäkerheten kring reningspotentialen gällande regnbäddar och till vilken utsträckning de faktiskt kan antas rena dagvattnet.

<sup>6</sup> Kent Fridell, Edge Konsultföretag Webbinarium Hasselfors Garden den 19 november 2020.

Växtmaterial i en regnbädd måste klara både torra och friska förhållanden (Fridell & Jergmo, 2015). Regnbäddar kan liknas vid en extrem ståndort för växterna, då bädden kan vara otroligt torr eftersom de är utformade för att vattnet ska infiltrera genom bädden under en given tidsram men samtidigt kan det bli väldigt blött när det regnar då det ofta är stora ytor som avvattnas till bädden i förhållande till bäddens storlek. Framförallt behöver växtmaterialet vara tåligt för stående vatten, vilket kan riskera att kväva växterna (Edge, 2020).

Växtmaterial och växtbäddsjordar riskerar att öka halten näringsämnen som riskerar att komma med det utgående dagvattnet från regnbädden (Blecken, 2016), vilket talar för att använda sandiga näringsfattiga jordar när regnbäddar utformas, men det ställer också högre krav på att ett ståndortsanpassat växtval görs.

**Dammar** för dagvatten kan placeras både lokalt och nedströms och utformas med fokus antingen på magasinering eller rening av vattnet innan det når ut i recipient. När dagvattnet når dammen möjliggörs en sedimentering av föroreningar i partikel- och suspenderad form. Dammar har generellt en hög reningspotential (Arias et al., 2012) men på grund av användandet av halkbekämpning med salt under vinterhalvåret minskas reningseffekten i dammar på vintern då vägsaltet gör att metallerna i större utsträckning löses i vatten i stället för att vara i partikelform (Blecken G, 2016).

Eftersom föroreningar sedimenterar i bottenlammet i dammen behöver bottenlammet avlägsnas kontinuerligt för att inte orsaka förgiftning eller läckage av föroreningar via utloppsvatten. Därför är det viktigt att utforma dammar så att maskiner för drift och skötsel kan komma åt dammen för att byta ut sediment (Brisbane City Council, 2006). För att effektivisera rening och drift av en damm kan en **fördamm** anläggas, i vilken vattnet först passerar innan det når ut i den huvudsakliga dammen, exempel visas i bild 9 nedan. Genom att skilja av huvuddammen med en fördamm kan de grövsta partiklarna sedimentera och ansamlas i fördammen, så att det blir en mindre yta där sediment oftare kan behöva tas bort för att inte föroreningar i sedimentet ska riskera att läcka ut i dammen (VA-guiden AB, 2016).

**Våtmarker** konstruerade för dagvatten är framför allt en nedströms dagvattenanläggning (Blecken G, 2016). Våtmarker renar generellt dagvattnet mer effektivt än dammar, som i sig har en generellt hög reningspotential. Våtmarkers effektiva rening beror bland annat på växternas förmåga att absorbera lösta föroreningar (Arias et al., 2012), men det gör också att en våtmarks reningspotential är mer årstidsberoende då växternas upptagningsförmåga blir sämre på vintern när växterna inte är aktiva (Blecken, 2016). Växter gör även så att vattnets flöde avtar och möjliggör därför sedimentering av föroreningar (Persson, 1997).



Bild 9. Schematisk och förenklad bild av en våtmark. Färggradienterna visar fuktnivån i våtmarken där ljusare grönt är torrare och mörkare grönt och blått är fuktigt till stående vatten.

0 5 m

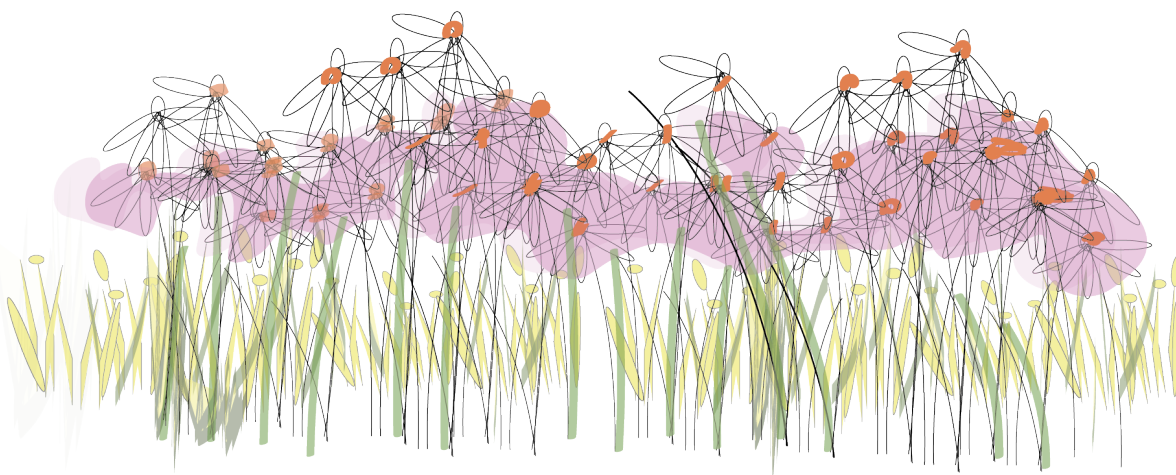
Våtmarken kan utformas med olika djup så att vattenflödet kan stanna av och möjliggöra sedimentering av partiklar, bitvis kan ett långsamt flöde möjliggöras så att växter har möjlighet att filtrera vattnet och absorbera och adsorbera föroreningar (Blecken, 2016). Vegetationen och framför allt kvävefixerande växter samt mikroorganismerna i en våtmark kan bidra till att reducera kväve från dagvattnen genom denitrifikation. Även fosfor kan reduceras från dagvattnet i en våtmark. Mikroorganismer kan bidra till att bryta ner fosfor, vegetationen kan ta upp fosfor och partikelbunden fosfor kan sedimentera. En våtmark kräver en del skötsel då vegetation behöver rensning och nedklippning samt tillsyn så att vegetationen inte tar över och våtmarken växer igen (Blecken, 2016).

## Hållbara dagvattensystems positiva mervärden

Hållbara dagvattensystem kan medföra att mer grönska får utrymme i urbana miljöer, som vid anläggningar av dammar, infiltrationsytor, våtmarker och luftiga förstärkningslager. Luftiga förstärkningslager kan även bidra till att stadsgrönska får bättre förutsättningar att överleva och frodas och därmed kan vegetationen få en större motståndskraft mot torka vid värmeböljor <sup>7</sup>, som förväntas att bli ett vanligare inslag i och med klimatförändringarna (Andersson et al., 2015). Genom att exempelvis dagvattnet leds ner i det luftiga förstärkningslagret blir mer vatten, som annars skulle ledas till ledningar, tillgängligt för gatuvegetationen, exempelvis till trädbäddar eller vegetationsbäddar. Vegetationen skulle även ges mer rotutrymme och bättre förutsättningar för gasutbyte <sup>8</sup>.

När det tar längre tid för städer att svalna av än omkringliggande mark kallas det för värme-ö-effekt. Det sker då det i städer finns material som absorberar mer värme, så som husfasader, asfalt och hårdgjorda material i sten, betong etc., än grönska och naturmark som mer förekommer utanför urban miljö (Andersson et al., 2015; Thorson, 2012). Vegetation i de hållbara dagvattensystemen kan bidra till att sänka temperaturen i stadsmiljön <sup>9,10</sup> genom att skugga fasader och markmaterial, men även kyla luften via växters transpiration (Thorson, 2012), vilket är positivt då värmeböljor kan bli vanligare som följd av klimatförändringar. Träd och vegetation kan reducera höga vindhastigheter och därmed möjliggöra en energibesparing i urban miljö då mindre mängd energi kan behövas för att kyla och värma bebyggelse och gaturum (Environmental Services City Of Portland, 2020). Träd, trädrader och vegetationsytor i stadsmiljö kan eventuellt utgöra potentiella livsmiljöer för flora och fauna och möjliggöra en utbredning av arter i städer (Länsstyrelsen Västra Götalands län, 2019).

Det finns alltså flertalet eventuella positiva effekter av att anlägga dagvattenanläggningar som infiltrationsyta, våtmark, damm och regnbädd vilka kan omhänderta dagvattnet i marknivå och ge utrymme till grönska och vatten i urban miljö.



<sup>7-8, 10</sup> Kent Fridell, Edge Konsultföretag Webinarium Hasselfors Garden den 19 november 2020.

<sup>9</sup> Kent Fridell, Edge Konsultföretag Webinarium Edge den 4 september 2020.

# Dagvattenstrategi Backaplan tar avstamp

---

## Begreppet dagvattenhantering

I Svenskt Vattens publikation *Hållbar dag- och dränvattenhantering* diskuteras den långsiktigt fungerande uppbyggnationen av ett dagvattensystem. För att utforma en hållbar dagvattenhantering krävs att hela dagvattensystemet involveras, från platsen där regnet faller till att dagvattnet mynnar ut i recipienten. Insatser och utformning av dagvattensystemet gällande rening, fördröjning och avledning kan göras både lokalt och nedströms, utifrån behovet i dagvattensystemet beroende på plats och förutsättningar. I *Hållbar dag- och dränvattenhantering* påpekas även att för att utforma ett dagvattensystem utifrån en långsiktig hållbarhet krävs att klimatets förändring tas i beaktning. Exempelvis vilka framtida högsta vattennivåer som kan väntas och höjda vattennivåer i hav och sjöar (Svenskt Vatten, 2011).

I detta arbete kommer hållbar dagvattenhantering att diskuteras. Svenskt Vatten beskriver hållbar dagvattenhantering likt ett system där fördröjning möjliggörs för att reducera avrinningen av dagvatten till recipient. Detta för att reducera risken för översvämningar och halten föroreningar som riskerar att komma med dagvattnet till recipient (Svenskt Vatten, 2019). Naturvårdsverket påpekar också att hållbar dagvattenhantering bör bidra till ekologiskt, ekonomiskt och socialt hållbara synergieffekter (Naturvårdsverket, 2019a).

Ett annat begrepp som oftast används för dagvattenhantering är sustainable urban drainage systems (SUDS). SUDS innefattar planering och hantering av regn, men även att förhålla sig till dagvatten som en resurs i urbana miljöer för att öka och bidra till en hållbar stadsplanering, såväl ekologisk, social och ekonomisk. I SUDS-lösningar tas aspekter som rekreation, främjandet av ekologiska och biologiska processer, ökad estetik, multifunktionalitet av ytor samt ekonomiska aspekter med i utformningen och implementeringen (Echols, 2007). SUDS är ett komplext angreppssätt till stadsplanering och inspirerar i det här arbetet till hur dagvattenhantering kan utformas utifrån att nederbörden ses som en resurs i stället för ett problem i urbana miljöer.

I detta arbete diskuteras hållbar dagvattenhantering utifrån att dagvattensystemet och därmed anläggningarna som ingår i systemet utformas för att omhänderta dagvatten, antingen via rening av dagvattnet eller fördröjning och avledning. Beroende på platsens behov kan det vara att öka flexibiliteten i dagvattensystemet, öka kapaciteten i systemet och skapa en större fördröjningsvolym eller för att rena dagvattnet innan det når recipienten. Oavsett vilket behov det är i dagvattensystemet, fördröjning eller rening, utformas systemet med hänsyn till pågående och kommande klimatförändringar och förväntade ökade volymer med nederbörd.

## Problematik dagvatten i urbana miljö

Urbana miljöer står inför flera utmaningar för att klara av ett framtida förändrat klimat. Det är hård konkurrens om utrymme då städer förtätas och planeras utifrån en hög exploatering, vilket gör det svårare att få in funktioner för exempelvis dagvattenhantering lokalt.

SMHI (Andersson et al., 2015) redovisade de kommande klimatförändringarna i världen och i Sverige baserat på FN:s klimatpanel IPCC:s klimatrappport samt uppmätt data för Sverige. Globalt väntas mer nederbörd att falla, framför allt i områden där det redan förekommer mycket regn. Samma mönster gäller för torra områden, vilka troligtvis kommer att bli ännu torrare. Det väntas i framtiden bli en ökad risk för extremväder med översvämningar och torka i samband med klimatförändringar (Andersson et al., 2015).

I Sverige väntas mer nederbörd att falla. Skyfall och regn kommer att inträffa oftare och mer intensivt, vilket riskerar att leda till översvämningar i ledningsnät. Problemet kommer att förstärkas av att det kommer att falla mer nederbörd mellan höst och vår, då vatten inte avdunstar som under varmare perioder under året samt att marken då redan innehåller en stor volym vatten. Detta innebär att ledningssystemen för regnvatten kan behöva göras om och att förutsättningarna för att fördröja dagvattnet för att ge dagvattensystem en större kapacitet ökar. Värt att ha i åtanke är att Sydsverige eventuellt kan komma att drabbas av ökad torka och vattenbrist, som en följd av att mindre nederbörd kommer att falla. Det kommer att bli varmare, inte enbart årsmedeltemperaturen, utan risken ökar även för att extremtemperaturer och värmeböljor inträffar oftare (Andersson et al., 2015).

SMHI påpekar att det är oklart hur mycket klimatet kommer att förändras, vilket gör det svårare att uppskatta hur framtida scenarion kan komma att bli. Osäkerheten kring hur framtida scenarion och extremväder väntas bli motiverar till en flexibilitet i stadsplaneringen (Andersson et al., 2015).

Trenden inom stadsutveckling att förtäta bebyggelse leder till färre lämpliga ytor för naturlig infiltration och regnhantering, vilket gör att mer vatten behöver att ledas till ytor för rening och fördröjning. Förtätning och mer hårdgjord yta i urban miljö i kombination med att det är svårt att förutse vilka mängder regn som kan komma att falla i framtiden medför att det kan vara svårt att beräkna vilka volymer regn som ska omhändertas. Den osäkerheten motiverar en flexibilitet och utveckling av dagvattensystemet för att klara en föränderlig volym regn och intensitet i flödet av nederbörd för att reducera risken för översvämning.

I Sverige faller den största volymen nederbörd under en längre tid i lågintensiva regn. Regn som faller med kraftigare intensitet inträffar inte lika ofta, men när de inträffar kan en stor volym regn falla (Grip, 2009). Det första dagvatten som når marken drar generellt med sig en högre koncentration föroreningar och detta vatten kallas first flush. Genom att möjliggöra så att det första regnet som faller och bildar dagvattenflöden kan passera rening kan föroreningshalten i vattnet reduceras (Andersson et al., 2015). Utifrån de här två parametrarna – att det mesta vattnet som faller är lågintensiva och långvariga regn samt att det är det första dagvattnet som rinner och bildar flöden som drar med sig högst koncentration av föroreningar - kan det än mer motiveras att en dagvattenanläggning bör utformas för ett huvudsakligt syfte, rening eller fördröjning. Eftersom det framför allt är de lågintensiva längre regnen som vanligtvis faller kan det därför finnas fördelar med att utforma dagvattenanläggningar med fokus på rening för just dessa typer av regn. Detta är ett tillvägagångssätt som kommer att utvecklas i arbetets senare del, avsnitt 3. Fokus ligger på rening där behovet är som störst, inte minst i trafikmiljö där det ofta råder platsbrist.

Längre nedströms närmre recipient, där dagvattensystemet är mer uppsamlande och i och med det även kan omhänderta större volymer vatten kan dagvattenanläggningar för både rening och fördröjning vara mest lämpligt, som våtmark eller damm.

För rening krävs en långsam infiltrering för att adsorption och absorption ska ha möjlighet att ske (Färm, 2003) medan fördröjning mer handlar om att avleda och få undan vattnet, exempelvis i ett magasin för dagvatten.

I arbetets tredje del Utformning och dagvattenstrategi Backaplan kommer några av de tidigare presenterade dagvattenanläggningarna att ligga till grund för och inspirera en långsiktigt hållbar utformning av ett dagvattensystem i området Backaplan. Framför allt är det dagvattenanläggningarna våtmark, torrdamm, dike, infiltrationsyta och regnbädd som kommer att involveras i den här delen av arbetet. Dessa anläggningar väljs för att de är ovan mark, möjliga att laborera med inom det aktuella området runt om Kvillebäcken som ska byggas om och för att en direkt effekt av dessa anläggningar kan vara att få in grönska och vegetation. Anläggningarna går även att utforma för en flexibilitet i



vattenvolym och de går dessutom att kombinera för både lokal och nedströms dagvattenhantering. Det som också gör dessa varianter av anläggningar aktuella är att de kan komplettera varandra i förhållande till vilken typ av förorening som dagvattnet riskerar att föra med sig. I Svenskt Vattens rapport *Kunskapssammanställning Dagvattenrening* (Blecken, 2016) presenteras en översiktlig sammanställning över vilken storlek på förorening som kan reduceras från dagvattnet i olika varianter av dagvattenanläggningar. I rapporten presenteras att våtmark kan rena för en stor bredd av storlek på föroreningar, från lösta till större partiklar. Svackdiken kan rena partiklar medan infiltrationsanläggningar kan reducera mindre partiklar till lösta ämnen. Regnbädd är den av anläggningarna som har den generellt bästa förmågan att reducera lösta föroreningar från dagvattnet, enligt rapporten *Kunskapssammanställning Dagvattenrening* (Blecken, 2016).

Genom att kombinera dessa dagvattenanläggningar är målsättningen i avsnitt 3 Utformning och dagvattenstrategi Backaplan att en hög reningspotential av dagvattnet kan uppnås.

Sammanfattningsvis två viktiga aspekter att ta med till nästa del av arbetet.

- Utifrån hur dagvattensystemet byggs upp behöver olika behov identifieras. Var i dagvattensystemet finns behov av rening, avledning eller fördröjning?
- Växtmaterial kan bidra till att hålla jorden porös och skapa ett bättre mikroliv för organismer. Hur kan dagvattenanläggningarna samtidigt utformas för att bidra till fler mervärden såsom en artrikedom eller rekreation?

# Avsnitt 2 – recipient Kvillebäcken och stadsutvecklingsprojekt Backaplan

I området Backaplan ska ca 7 000 bostäder uppföras och omkring 20 000 nya invånare är tänkta att flytta in. I det närbelägna området Östra Kvillebäcken har ca 2 000 bostäder uppförts. Dessutom ska skolor, handel, idrottshall, kulturhus och kontor integreras i den nya bebyggelsen i Backaplan (Göteborgs Stad, 2020).

Idag är det både kombinerat och separerat VA-ledningssystem i området Backaplan. En större avloppsledning med både spill- och dagvatten kombinerat går till reningsverket Ryaverket Gryaab via en pumpstation belägen precis söder om Backaplan och ledningen korsar därmed stora delar av planområdet. Från den kombinerade ledningen kan spillvatten bräddas vid höga flöden ut i Kvillebäcken (Göteborgs Stad Kretslopp och Vatten, 2018a). Vid ombyggnation av Backaplan kommer ett separerat dag- och spillvattensystem att byggas ut i området. Det nya dagvattenledningssystemet kan resultera i att en mindre volym av den nederbörd som faller i Backaplan leds till befintligt kombinerat ledningssystem, vilket minskar risken att behöva brädda ut vatten i bäcken. Enligt Göteborgs Stadsbyggnadskontor kommer ungefär 60 % av av planområdets hårdgjorda yta att reduceras, och i stället planeras mer grönyta in vilket möjliggör viss lokal infiltration av dagvatten (Göteborg Stadsbyggnadskontoret, 2018; Kretslopp och Vatten, 2018a). I *Dagvattenutredning Planprogram för bostäder och verksamheter vid Backaplan* presenteras att på grund av den förändrade markanvändningen i området förväntas inte volymen dagvatten som leds till bäcken förändras speciellt mycket efter stadsutvecklingsprojektet jämfört med nuvarande situation (Göteborgs Stad Kretslopp och Vatten, 2018a).

Kretslopp och Vatten lyfter också att det är önskvärt att göra dagvattensystemet trögt för att regnflöden ska bli jämnare och reducera toppflöden för att dagvattnet ska kunna renas på vägen till recipienten, Kvillebäcken (Göteborgs Stad Kretslopp och Vatten, 2018a).

## Nulägesbeskrivning och förutsättningar

Kvillebäcken ligger på ön Hisingen, som ligger på norra sidan av Göta älv i Göteborg. Det placerades tidigt skeppsvarv, industrier och fabriker längst med vattnet på Hisingen. Backaplan är ett av dessa områden där industri växte fram (Göteborgs Stadsmuseum, 2020). Göteborgs hamn blev stor under 1800-talet och påverkade utvecklingen och markanvändandet längst med Göta älv. Längst med strandkanten på Hisingen torrlades vassområden genom invallning, pålning i mark och utfyllnad med fyllnadsmaterial. Detta skedde ända upp i det som är dagens Backaplan och runt Kvillebäcken (Göteborgs Hamn AB, u.å.; Det Gamla Göteborg, 2020). Stora delar av dessa områden har genomgått och genomgår nu en stadsutveckling och går från industriområde till stads- och bostadsområden (Göteborgs Stadsmuseum, 2020).

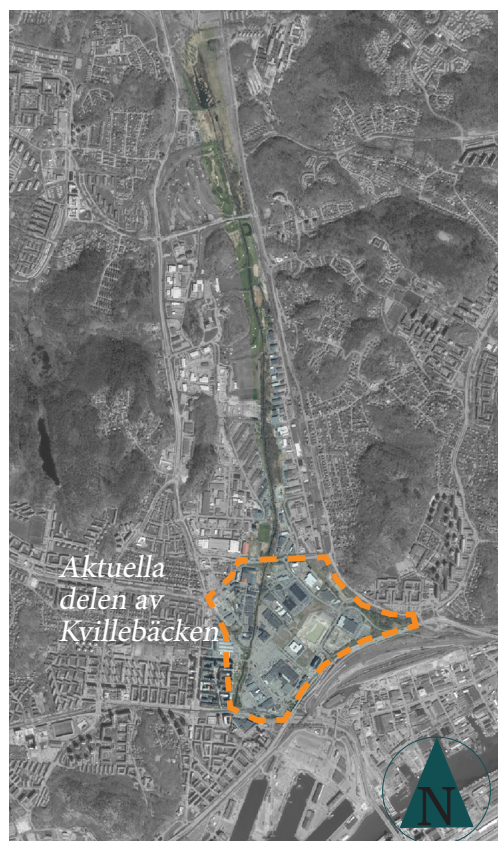


Bild 10. Kvillebäcken från Hökälla till Göta älv samt Backaplan

(ortofot © Lantmäteriet, 2021)



Bild 11. Området Backaplan, som är tänkt att göras om till en mer stadsmässig centrumbebyggelse och kopplas ihop mer med södra sidan av Göta älv.

Ortofoto © Lantmäteriet, 2021)

Kvillebäcken är ca 8 km lång (VISS Vatteninformationssystem Sverige, u.å.) Den relevanta sträckan av Kvillebäcken för detta arbete är ungefär 1 km lång och rinner genom området Backaplan och Östra Kvillebäcken (se bild 10). En bit söder om detta område mynnar Kvillebäcken ut i Göta älv (se bild 11).

Kvillebäcken är i huvudsak recipient för dagvattnet i området runt bäcken. För att förtydliga kan Kvillebäcken även ses som ett biflöde till den större recipienten Göta älv, men för det här arbetet är det bäcken som recipient som är relevant.

Omkring bäcken ligger det idag mycket industri- och handelsområden samt några hårt trafikerade vägar. Delar av förorenat dagvatten från dessa ytor leds utan rening till Kvillebäcken (GF Konsult AB & Stadsbyggnadskontoret Distrikt Norr, 2008). När Backaplanområdet nu ska byggas om eftersträvas ökade möjligheter att rena dagvatten lokalt. Befintliga stora parkeringsytor med näst intill enbart hårdgjord yta kommer delvis att omvandlas till grönytor på bostadsgårdar och parker. Området kommer att bli mer anpassat för gång- och cykeltrafik framför bil. Den nya markanvändningen kommer att påverka ytavrinningen och föroreningshalten i dagvattnet som leds till Kvillebäcken (Göteborgs Stad, 2020; Göteborgs Stad, 2019) och i samband med ombyggnationen av området kan möjligheter till att ge utrymme för att rena och omhänderta dagvattnet innan det når Kvillebäcken argumenteras för och motiveras.



## Planområde Backaplan

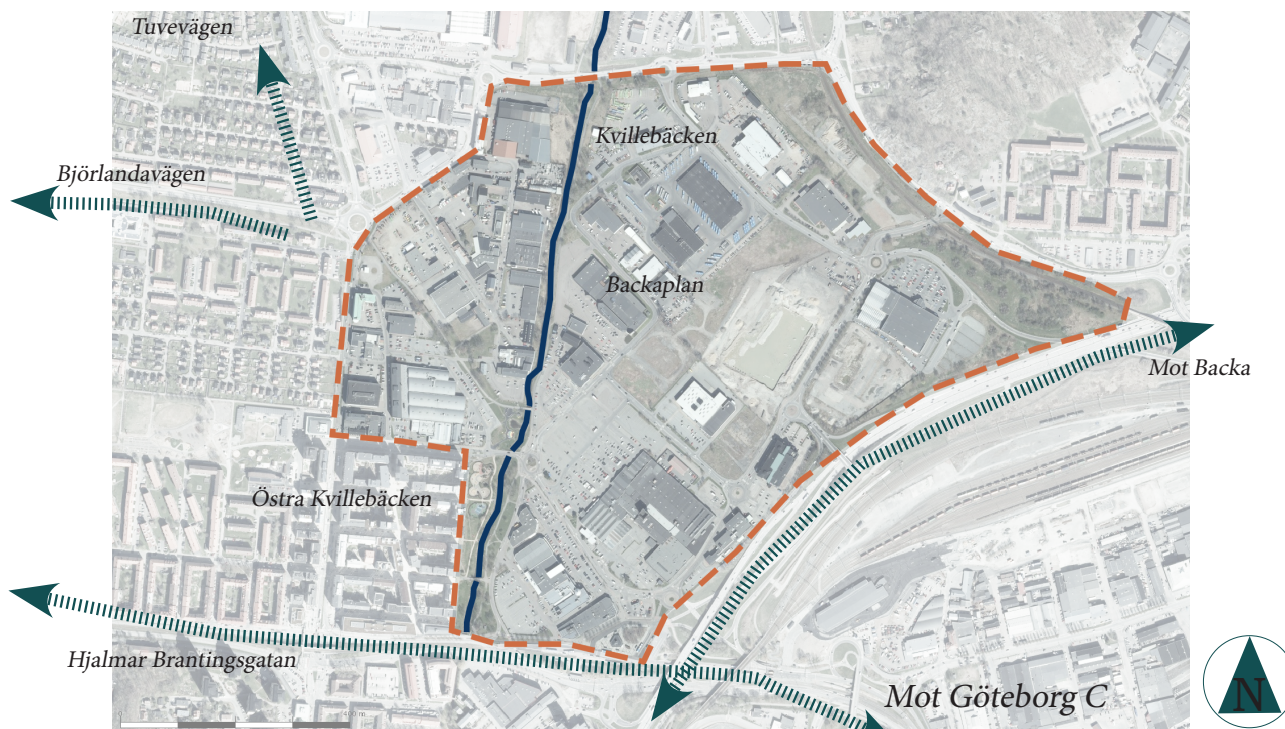


Bild 12. Planområdet för Backaplan innan exploatering. Området utgörs mestadels av industri- och verksamheter, stora ytor parkering och vägar. Den mesta grönytan finns idag i de södra delarna av området runt bäcken (ortofot © Lantmäteriet, 2021).

Kvillebäcken rinner genom området Backaplan och Östra Kvillebäcken (stadsdel), som från runt 2010 byggdes om från grunden (se bild 13) till en tät kvarterstad med en blandning av bostäder och verksamheter. Nu ska en liknande stadsutveckling ske i området Backaplan.

Det har länge legat industri- och verksamhetsområde runt Kvillebäcken och idag utgör Backaplan dessutom ett stort externhandelsområde (Det Gamla Göteborg, 2020). Nu ska i stället Backaplan bli en tät, grön blandstad med verksamheter, service, kontor och handel.

Stadsutvecklingsprojektet Backaplan är redan i gång och första delen är färdig med ombyggnationen av stadsdelen Östra Kvillebäcken. Den nya utvecklingen av Backaplan ska knyta samman Hisingsidan med centrumsidan av Göteborg och sista etapperna av Backaplan planeras inte att bebyggas förrän efter 2035.

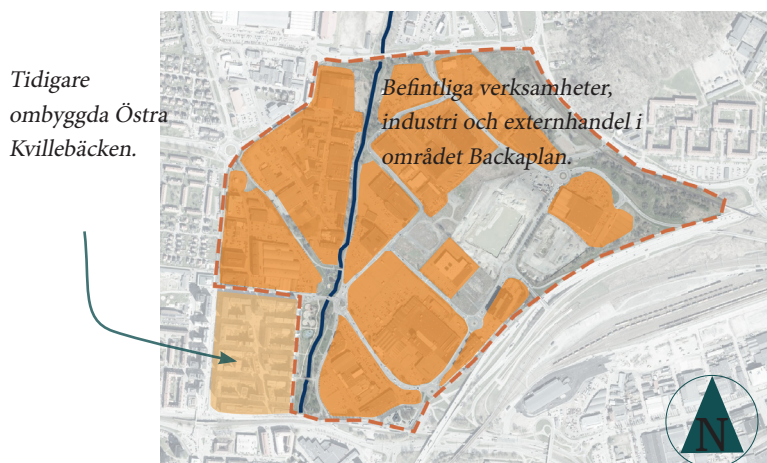


Bild 13. Backaplan stadsutvecklingsområde. (ortofot © Lantmäteriet, 2021)

Markanvändningen utmed Kvillebäcken varierar men utgörs i genomsnitt av 42% av urban bebyggelse, 40% skog- och ängsmark, 10% industri och 5% parkmark (Galfi et al., 2019).

Det som kommer att behandlas i detta arbete är området runt bäcken som rinner genom Backaplan. De orange-markerade delarna på bilden bredvid visar befintlig markanvändning och består till största delen av hårdgjord mark och utgörs av verksamheter, vägar och parkeringsytor.



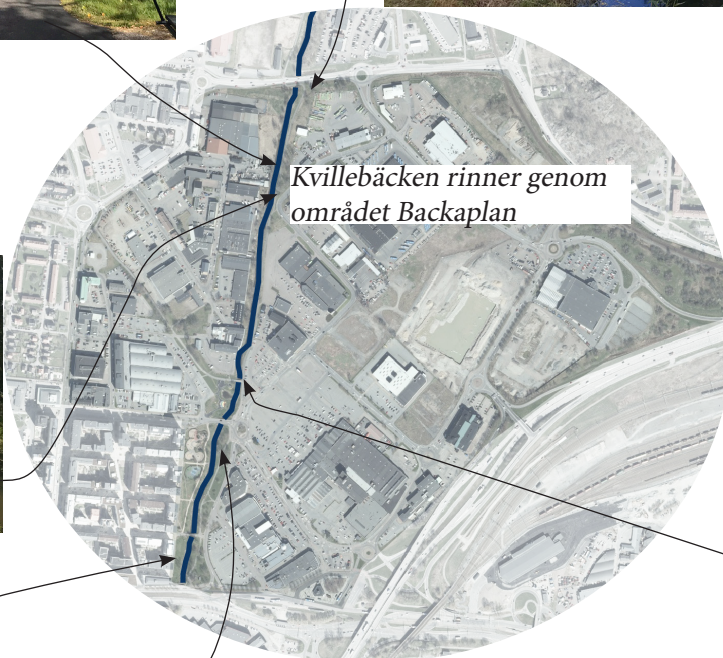
## Platsbesök Kvillebäcken och Backaplan

I september 2020 genomfördes ett platsbesök längst med Kvillebäcken.

Utmed stora delar av Kvillebäcken är slänterna mot vattnet branta. I den södra delen runt Kvillebäcken är omgivande yta mer iordningsställd. Ju längre norrut man följer bäcken inom det studerade planområdet för Backaplan blir det mer och mer vildvuxen och slyg vegetation.

På en del sträckor är vattenytan mer eller mindre helt igenvuxen, bland annat av vass, vilket stoppar upp det redan långsamma vattenflödet i bäcken.

Markytan i området Backaplan är till stora delar hårdgjort och asfalterade parkeringsytor eller lagringsytor och är ofta enbart ett fåtal meter från vattenytan i Kvillebäcken.



Ortofot som visar var bilderna från platsbesöket är tagna (ortofot © Lantmäteriet, 2021)



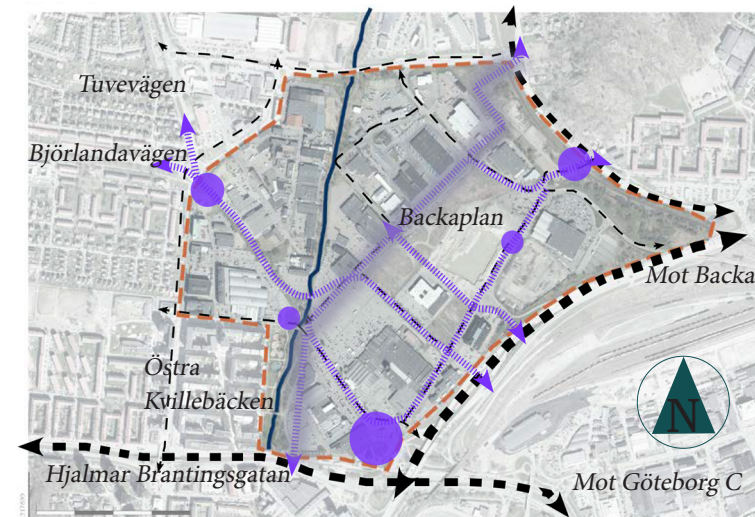


## Trafik

Området Backaplan angränsar till de trafikerade transportlederna Lundbyleden och Bohusbanan men även den högratifierade bil- och spårvägen Hjalmar Brantingsgatan. De stora vägarna samt att området idag består av mycket parkeringsyta gör att Backaplan idag präglas av bilar och ytor anpassade för bil.

I den planerade utformningen av Backaplan ska gång, cykel och kollektivtrafik prioriteras i området och parkering kommer enbart att vara tillåtet på vissa gator.

Enligt uppskattade trafiknivåer i de nya gatustrukturerna kommer flertalet av gatorna att ha trafiknivåer som ligger på över 5000 ÅDT (Ramböll, 2017 Trafikanalys Backaplan se Göteborgs Stad Kretslopp och Vatten, 2018a), vilket gör att fortsatt förorening från trafik riskerar att orsaka föroreningar i trafikdagvattnet som leds till Kvillebäcken.



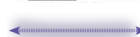


 Gata viktig för bil  
 Vägsystem efter ombyggnation.  
 Hållplatser för kollektivtrafik.

Bild 14. Plan över vägar och noder i planområdet Backaplan. Området kommer ha god tillgänglighet för kollektivtrafik. I planen visas både befintliga vägar (svarta) och det nya vägsystemet (lila).

(ortofot © Lantmäteriet, 2021, kartan är gjord utifrån Program för Backaplan Göteborgs Stad, 2019, s. 45)

## Utfyllnadsmaterial i jord

Runt Kvillebäcken är marken flack, vilket ger en låg sluttning mot bäcken. Höjdskillnaderna är små i Backaplansområdet runt om bäcken. Det finns en del diken som mynnar ut i bäcken.

Enligt SGU:s Jordartskarta går det att utläsa att den mesta marken i området Backaplan är utfyllnadsmaterial med underliggande lager av lera och silt. I övrigt finns även postglacial lera i området (Sveriges geologiska undersökning, 2020).

Större delen av Backaplansområdet består av fyllnadsmaterial, se bild 15 (Sveriges geologiska undersökning, 2020). Det resulterar i att marken kan behöva saneras från föroreningar (Radar Arkitekter, 2017). Detta arbete kommer inte att behandla sanering av eller provtagningar från förorenad mark ytterligare. För att undvika att föroreningar i utfyllnadsmaterialet riskerar att läcka ut med dagvatten kan eventuella dagvattenanläggningar som implementeras behöva en tät botten så att dagvattnet som leds ner i anläggningen inte infiltrerar i terrassen utan i stället leds vidare ut till recipient.



Bild 15. Delar av planområde där marken består av utfyllnadsmaterial. (ortofot © Lantmäteriet, 2021, kartan är ungefärlig och gjord efter Sveriges geologiska undersökning, 2020 jordartskarta).

## Grönområde

Enligt Göteborgs Stads förslag kommer det att vara en begränsad yta för grönområde inom området Backaplan och lite parkyta tillgängligt fördelat per invånare. Även skolor och förskolor i området kommer ha begränsad uteyta och därför kommer parkytor även att användas som kompensationsyta för bristen på skolgårdsyta i samband med skola och förskola (Fastighetskontoret Göteborgs Stad, 2018).

Det är flertalet funktioner som ska rymmas på områdets gröna ytor som rekreation, sociala mötesplatser, skol- och förskoleverksamheter och inte minst dagvattenhantering.

På Göteborgs Stads webbsida för stadsutvecklingsprojekt pekas Kvillebäcken och grönstråket längst med bäcken ut till att bli yta för en ny stadsdelspark (Göteborgs Stad, 2020). I plandokumentet för Backaplan framgår att en kantzon på 10 meter ska införas på båda sidor om bäcken, och att bäcken kan omformas med vikar och uddar samt att stränderna bör utformas för att möjliggöra bättre koppling mellan vattenytan och strandkanten (Göteborg Stadsbyggnadskontoret, 2018). Området längst med Kvillebäcken ska ges kvaliteter både som stadsdelspark med grönkvaliteter samt kapacitet för att ta emot dagvatten (se bild 16 för område som ska upplåtas till park). Kvillebäcken kommer att utgöra Backaplans gröna och rekreativa stråk (GF Konsult AB & Stadsbyggnadskontoret Distrikt Norr, 2008).

## Risk för översvämning runt bäck på grund av höga flöden

I rapporten *Dagvattenutredning Planprogram för bostäder och verksamheter vid Backaplan* (Göteborgs Stad Kretslopp och Vatten, 2018a) presenteras att markytan längst med Kvillebäcken riskerar att svämmas över vid ett framtida 100-årsregn. Området närmast bäcken skulle därför kunna utformas så att vissa platser kan tillåtas att svämmas över och hålla en större vattenvolym för att möjliggöra en så stor magasinering och fördröjning av nederbörd som möjligt vid kraftig nederbörd.



Bild 16. Grönstruktur i planområdet utifrån Göteborgs stads dokument *Program för Backaplan*. I planen visas parkområden och gröna stråk.

(ortofot © Lantmäteriet, 2021, kartan är gjord utifrån *Program för Backaplan* Göteborgs Stad, 2019, s. 49)

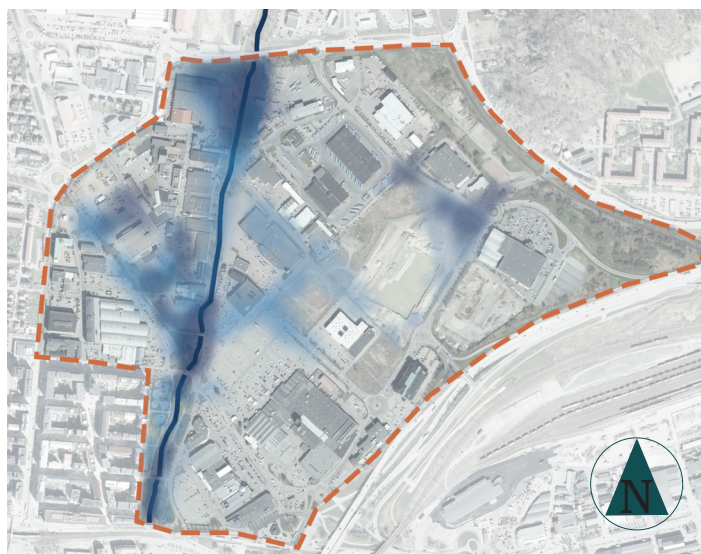


Bild 17. Delar av planområde som riskerar att översvämmas vid 100-årsregn utifrån befintlig bebyggelse.

(ortofot © Lantmäteriet, 2021, kartan är ungefärlig och gjord utifrån *Dagvattenutredning* Göteborgs Stad Kretslopp och Vatten, 2018a s. 38)



## Miljökvalitetsnorm MKN Kvillebäcken

År 2000 började EU:s vattendirektiv att gälla och dess syfte är att förbättra kvaliteten på vattendragen inom EU (Vattenmyndigheterna, u.å.). EU:s vattendirektiv är inkorporerat i Miljöbalken och ingår på så vis i svensk lagstiftning (Miljöförvaltningen Göteborgs Stad, 2018).

Miljökvalitetsnorm (MKN hädanefter) är en kvalitetsklassning för att kontrollera och säkra god kvalitet av vattendrag, vilket innebär en statusbedömning av vattendragets ekologiska och kemiska status. Den ekologiska statusen innefattar förekomst och mängd av djur- och växtliv i vattendraget och kemisk status innebär förekomst av kemiska ämnen i vattendrag (Göteborg Stadsbyggnadskontoret, 2018). Det är kommunens (i vilken vattendraget rinner) ansvar att åtgärder görs för att MKN ska uppnås (Miljöförvaltningen Göteborgs Stad, 2018).

Kvillebäcken har klassats till ”måttlig ekologisk status” och ”uppnår ej god kemiskt status” enligt Vatteninformationssystem Sverige, VISS (VISS Vatteninformationssystem Sverige, u.å.). Målsättningen för Kvillebäcken är att miljökvalitetsnormen ska vara uppnådd till 2027 och ett mål för stadsutvecklingsprojektet Backaplan är att bidra till bättre utformning av bäcken för att bidra till en bättre ekologisk och kemisk status för Kvillebäcken (Göteborg Stadsbyggnadskontoret, 2018).

Övergödning och att bäcken till stor del har förändrats från sin naturliga form på grund av mänsklig aktivitet, har orsakat att livsmiljöer för flora och fauna har försvunnit. Markanvändningen runtomkring bäcken, som erosionsskydd och utfyllnad till följd av bebyggelse, vägar, industri och handel, har påverkat det morfologiska tillståndet (bäckens djup, form och bredd, men även bottensediment) av bäcken och är klassad till en otillfredsställande status (Göteborg Stadsbyggnadskontoret, 2018; VISS Länsstyrelsen, u.å.).

Trots Kvillebäckens dåliga skick är bäcken unik i det avseendet att den vattenväxande arten knölnate (*Potamogeton trichoides*) växer i bäcken (Länsstyrelsen Västra Götalands län, 2019). Knölnaten kan också påverkas negativt av algutväxt som kan komma från dagvattenutsläpp. I rapporten *Inventering av Knölnate* framgår att en positiv strategi för att gynna knölnaten skulle vara att dagvatten från omkringliggande ytor först genomgår fördröjning eller rening innan det når bäcken (Park- och Naturförvaltningen i Göteborg, 2018).

I rapporten *PM MKN vattenkvalitet för Kvillebäcken* (Göteborg Stadsbyggnadskontoret, 2018) presenteras att bäckens konnektivitet, kopplingen mellan strandzon och vattenyta, är dålig och saknas helt längst med delar av bäcken som en konsekvens av omkringliggande bebyggd miljö. Strandzonen utpekas som en viktig del av bäcken för att främja flora och fauna i och utmed bäcken. En omformning av bäcken och dess omgivande yta bör därför ta bäckens morfologiska förbättringsmöjligheter i beaktning och utveckla kantzonen till vattenytan. Exempelvis kan små vikar och uddar utformas och strandkanternas lutning kan planas ut.



Bild 18. Skiss som visar på kopplingen, konnektiviteten, mellan vattenyta och strankant. Branta kanter skapar dålig koppling mellan vattenyta och omgivning.

Bäcken uppnår inte en godkänd kemisk status och påverkas av föroreningar från omkringliggande verksamheter och markanvändning. Tillförseln av föroreningar av metaller förväntas främst komma från vägar och parkeringsplatser runt om Kvillebäcken (GF Konsult AB & Stadsbyggnadskontoret Distrikt Norr, 2008). Även halten av näringsämnen är klassad som otillfredsställande, med övergödning som resultat på grund av utsläpp av näringsämnen (ÅF Infrastructure AB, 2015) med för höga nivåer av fosfor och en högt klassad försurningsgrad (Göteborg Stadsbyggnadskontoret, 2018).

Tidigare nämndes föroreningar vilka negativt påverkar Kvillebäcken via dagvattentillförsel och som har tagits fram via undersökningar som har genomförts av Göteborgs Stads förvaltning Kretslopp och Vatten. Resultaten visar att det är problematiska nivåer av flertalet föroreningar i bäcken som exempelvis metallerna arsenik, koppar, bly och zink, bakterier och näringsämnen som kväve och fosfor. Dagens markanvändning runt bäcken kommer att förändras i och med stadsutvecklingsprojektet och därmed kan eventuella föroreningskällor även påverkas. Parkeringsytorna kommer att reduceras när handelsområdet blir mer inkorporerat i övrig bebyggelse. Även en del av områdets industriverksamheter, vilka riskerar att negativt påverka utsläppen av föroreningar som spolas med dagvattnet till Kvillebäcken, kommer att ersättas med annan bebyggelse och därmed reducera föroreningsutsläppet till dagvattnet.

I rapporten *Dagvattenutredning Planprogram för bostäder och verksamheter vid Backaplan* presenteras förväntad förändring av föroreningsstillförsel till Kvillebäcken utifrån beräkningar av förändringen föroreningar före och efter exploateringen på östra sidan av Kvillebäcken (stadsdelsområdet Östra Kvillebäcken) och liknande resultat kan förväntas även för Backaplanområdet. Av de tidigare nämnda föroreningarna förväntas fosfor, kväve, krom, nickel, PAHer att fortsätta vara inom godkända nivåer för att bäcken ska uppnå MKN. Halten bly, koppar, zink och kadmium förväntas att minska men fortfarande ligga över godkända nivåer för MKN (Göteborgs Stad Kretslopp och Vatten, 2018a).

Avsnitt 3 med en sammanställning från avsnitt 1 och avsnitt 2 vilken ligger till grund för fortsatta delar av arbetet.

# Avsnitt 3 – Utformning och dagvattenstrategi Backaplan

Utifrån det förra avsnittet kan vi identifiera ett antal problem och utmaningar som projektet Backaplan innebär för Kvillebäcken.

## Problem

- Tillförsel av föroreningar via dagvatten som negativt påverkar miljön i recipienten Kvillebäcken, framför allt från trafikytor.
- Dåliga möjligheter för flora och fauna att etablera livsmiljöer runt om och i Kvillebäcken.
- Enbart lite utrymme för grönska i området Backaplan.
- Det planeras för en hög exploateringsgrad i Backaplan vilket kan resultera i liten yta för att omhänderta (rena och fördröja) dagvatten och möjliggöra och utforma en hållbar dagvattenstrategi.

## Utmaningar

- Möjliggöra rening av dagvattnet innan det når Kvillebäcken.
- Ge plats åt grönska och rekreation i området.
- Flera funktioner som behöver inkorporeras i området, undersöka möjlighet till flerfunktionalitet av ytor.
- Ge plats åt vatten i området, för att motverka risk för översvämningar.

Utformningen och dagvattenstrategin som presenteras i detta avsnitt utgår från att vattnet får ta den plats i stadsmiljön som krävs för att rening, avledning och fördröjning ska möjliggöras och sammanfattas i konceptet *ge plats åt vattnet*.

Genom att låta dagvattnet ta plats, både i gatumiljön och i parkmiljön runt Kvillebäcken är målsättningen att undersöka hur mycket plats som krävs samt vad dagvattenhanteringen kan bidra med för positiva synergieffekter i området.

Dagvattenhantering för en lokalgata och en huvudgata för den nya utformningen av Backaplan kommer att exemplifieras. Måtten och funktionerna på gatorna är baserade på *Program för Backaplan* (Göteborgs Stad 2019).

Utifrån ytan runt Kvillebäcken som är utpekad till att bli parkmark enligt Göteborgs Stads planprogram för Backaplan (Göteborgs Stad 2019) presenteras exempel på nedströms dagvattenhantering.



## Dagvattenstrategi

Det är vanligt att dagvattenanläggningar blir felbyggda vilket riskerar att orsaka att funktionen för anläggningen inte fungerar, enligt medarbetare på den kommunala förvaltningen Kretslopp och Vatten, Göteborgs Stad som ansvarar för bland annat vatten- och avloppshantering<sup>11</sup>. Därför har en utgångspunkt i detta arbete varit att försöka utforma en relativt enkel uppbyggnad av dagvattenanläggningar. Som nämnts tidigare kan grönska och vatten bidra till att sänka temperaturen i urban miljö och därmed hjälpa till att öka resiliensen i stadsmiljön vid värmeböljor (Thorson, 2012). Därför är målsättningen att undersöka hur grönska och vatten kan ges plats i gatumiljön.

Lokal omhändertagning exemplifieras via en lokal- och en huvudgata och nedströms kommer anläggningar i parkområdet runt Kvillebäcken att exemplifieras, för lokalisering se bild nedan.



Bild 19. Markerade områden (i orange) kommer att exemplifiera hur dagvattnet kan omhändertas i området. Bilden visar ungefär hur vägnätet i det nya området kommer vara fördelat mellan lokal- och huvudgata utifrån Program för Backaplan (Göteborgs Stad 2019).

Dagvattenstrategin ska ses som ett förslag och utgångspunkt till vidare planering och har haft som mål att undersöka hur ytan kan fördelas för att ge plats åt trafik, sociala aspekter, rekreation och dagvatten. Framför allt har dagvattenstrategins fokus varit att undersöka hur dagvatten skulle kunna omhändertas lokalt där det faller och nedströms vid recipient, med målet att samtidigt bidra till grönska och rekreation till området. I parkområdet runt Kvillebäcken är det tänkt att både mindre stigar, träspänger och större gång- och cykelbanor ska finnas. Detta för att parkområdet ska gå att passera igenom både vid genomfart, motion och att vistas i.

<sup>11</sup> Personlig kontakt med Jenny Lindh, Kretslopp och Vatten Göteborgs Stad, mars 2021

För lokal- och huvudgatorna har två olika typer av dagvattenanläggningar utformats. Här ges en första snabb introduktion till dem för att visa på skillnaderna i syfte och funktion.

För lokal- och huvudgata har växtbäddar utformats (se bild 20). Dessa är tänkta att bidra till att gatumiljöerna kan ges en rik grönska. Dagvattnet leds in till växtbäddarna via öppningar i kantstenen, följ de blåa pilarna i bild 20. Erosionsskydd är placerade vid inloppen. Vattnet är sedan tänkt att infiltrera genom växtjorden till ett makadamstråk under bädden. Makadamstråket leder vattnet vidare nedströms till parkområdet runt Kvillebäcken.

Växtbäddarnas primära syfte är att fördröja och avleda dagvattnet lokalt. En viss rening av dagvattnet kan även ske men den primära funktionen är alltså fördröjning och avledning av dagvattnet.

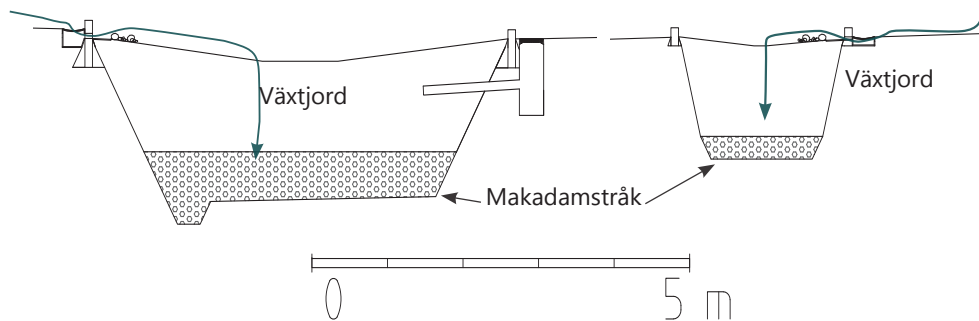


Bild 20. Skisser över växtbäddsstråk i lokal- och huvudgata (1:100 i A4).

För huvudgatan har ett regnbäddsstråk utformats (se bild 21). Dagvattnet från vägytorna, alltså det dagvatten som väntas vara mest förorenat, leds till regnbäddsstråket. Dagvattnet leds in till regnbäddsstråket via öppningar i kantstenen. Erosionsskydd är placerade vid inloppen. Det första regnvattnet som faller, det som kallas first flush, rinner in i bädden och tillåts att infiltrera genom växtjorden ner i regnbädden. Vid stora flöden av vatten kommer dagvattnet som kommer in i regnbädden därefter att ledas via en kupolbrunn ner i ett makadamlager under växtjorden. Regnbäddsstråkets fördröjningszon är flyttad från marknivå till ett makadamlager under växtbäddsjorden i stället. Därefter infiltrerar vattnet neråt till ett makadamstråk som leder vattnet vidare nedströms till parkområdet runt Kvillebäcken.

Regnbäddsstråkets primära syfte är att rena det mest förorenade dagvattnet som kommer från de trafikerade huvudgatorna och att avleda dagvattnet vid stora regnvolymer. En viss fördröjning av dagvattnet sker även lokalt.

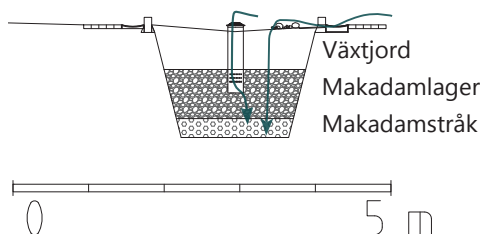
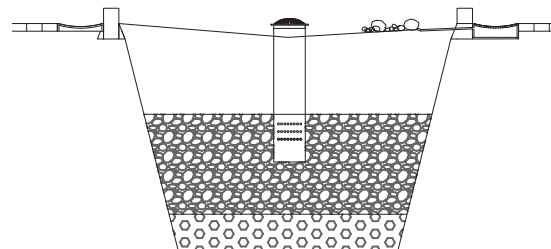


Bild 21. Skisser över regnbäddsstråk i huvudgata (1:100 i A4).



Förstorad skiss av regnbäddsstråk (1:200 i A4).

Syftet med dessa två varianter av växtbäddsstråk och regnbäddsstråk är att lokalt både skapa förutsättningar för att rena det mest förorenade dagvattnet och att avleda och fördröja dagvattnet lokalt.

## Att beräkna dagvattenvolymer

Enklare beräkningar har gjorts med syftet att ta fram en indikation och en uppskattning av vilken volym dagvatten som behöver omhändertas i området.

Genom att först ta fram en generell avrinningskoefficient för hela området beräknades en dimensionerad volym med rationella metoden. Utifrån det dimensionerade flöde som fås fram via rationella metoden beräknas en tillrinningsvolym (för uträkningar och antaganden, se bilaga 1 *Beräkningar av vattenflöden och volymen dagvatten som behöver omhändertas*). Volymen vatten baseras på beräkningar för ett 10-årsregn med 10 minuters varaktighet (valdes utifrån Svenskt Vatten, 2016, se den grå rutan nedan).

Utifrån beräkningarna (viktigt att beakta att beräkningarna baseras på ungefärliga siffror och en del antaganden) behöver 6000 m<sup>3</sup> dagvatten omhändertas i området Backaplan.

### Rationella metoden

$$Q = \varphi \times A \times i(\text{tr}) \times f_c$$

Q = dimensionerat flöde (l/s)

$\varphi$ =avrinningskoefficient

A=area ha

i(tr)=regnintensitet för en specifik regnvaraktighet (l/s\*ha)

f<sub>c</sub>=klimatfaktor (f<sub>c</sub> sätts till 1,25 (Svenskt Vatten, 2016))

i(tr) utgår från ett dimensionerat 10-årsregn med varaktighet 10 minuter, 228 l/s\*ha

Ett 10-årsregn med 10 års återkomsttid valdes då den volymen som då faller är VA-huvudmannens ansvar att omhänderta och dimensionera rörledningssystem för i centrumbebyggelse (Svenskt Vatten, 2016).

### Tillrinningsvolym för Backaplansområdet

$$V_{\text{in}} = Q_{\text{dim}} \times \text{tr}$$

V<sub>in</sub>= tillrinningsvolym l

Q<sub>dim</sub> = dimensionerande toppflöde l/s

tr = regnvaraktighet s

Ger en tillrinningsvolym:

V<sub>in</sub> = 10 374 l/s \* 10 \* 60 s = 6 224 400 l, vilket ger en ungefärlig volym **6 000 m<sup>3</sup>**

En uppskattning av hur mycket vatten som bör omhändertas på lokal- och huvudgator i området har gjorts utifrån *Program för Backaplan Göteborgs Stad* (2019), se bilaga 1 för tillvägagångssätt.

En strategi över hur dagvattnet i området kan omhändertas presenteras utifrån två exempelgator, en lokal- och en huvudgata. Beräkningarna av volymerna dagvatten indikerar att en lokalgata som är 200 m lång kommer att behöva omhänderta 84m<sup>3</sup> och att en huvudgata som är 300 m lång kommer att behöva omhänderta 180 m<sup>3</sup>.

Genom att beräkna hur mycket vatten som kan omhändertas i lokal- och huvudgata görs sedan ett antagande av hur stort behov av nedströms dagvattenhantering som behövs. Beräkningarna i arbetet baseras på förenklingar, inte minst då det i dessa beräkningar inte har tagits någon hänsyn till lokala parker eller innergårdar i området, vilka är ytor som också kan omhänderta dagvatten. Utifrån beräkningarna behöver ca 1500- 2000 m<sup>3</sup> dagvatten kunna omhändertas i parkområdet runt Kvillebäcken.

## Lokalgata - exempel



Enligt planprogrammet *Program för Backaplan Göteborgs Stad* (Göteborgs stad, 2019) kommer lokalgatorna vara ungefär 15 m breda. Hastigheten på lokalgatorna ska vara låg och bebyggelsen runt gatorna kommer vara ca 5 våningar hög.

Lokalgatorna utformas med en 6 m bred växtbädd. Vattnet rinner in via öppningar i kantstenen och vid inloppen finns erosionsskydd i form av stenar. Vid inloppen till växtbädden kan sediment ansamlas och bidra till viss reducering av partikelbundna föroreningar för att förhindra att växtjorden sätter igen. I bädden slingrar ett dike fram. Dikets djup varierar och är som djupast 0,25 m djupt. För att stanna av flödet på vattnet och för att öka möjligheterna för infiltrering av vatten är trädämmen utplacerade i diket. I och med dämnena kan det på vissa platser skapas temporära vattenytor.

Exempelgatan är ca 200 m lång (se bild 22). Volymen vatten som behöver omhändertas är 84m<sup>3</sup> (för beräkningar se bilaga 1 *Beräkningar av vattenflöden av och volymen dagvatten som behöver*



omhändertas). Där växtbädden har som mest fördröjningsvolym kan ungefär  $1\text{ m}^3$  per kvadratmeter omhändertas ovan jord. Eftersom ett dike slingrar fram genom växtbädden och att djupet på diket är tänkt att variera fördelas fördröjningsvolymen på ca  $84\text{ m}^3$  längst med hela växtbädden.

Under diket går ett makadamstråk dit vattnet kan infiltrera (se bild 24). Makadamstråket fortsätter under vägbanan hela vägen ner till parken runt Kvillebäcken dit det rinner ut till nedströms dagvattenanläggning. Makadamstråket är beräknat att ha en 30 % porositet.

Växtbädden föreslås att utformas med en sandig växtjord. Genom att utforma en bred växtbädd ges mycket plats åt grönska och vatten i gataumiljön. Vegetationen är tänkt att vara i flera skikt, med ett vilt uttryck.

Inlopp till växtbädd. Vattnet samlas i en rännal och rinner via ett sedimentfång in i bädden.

Bild 23. Inlopp till växtbädd.

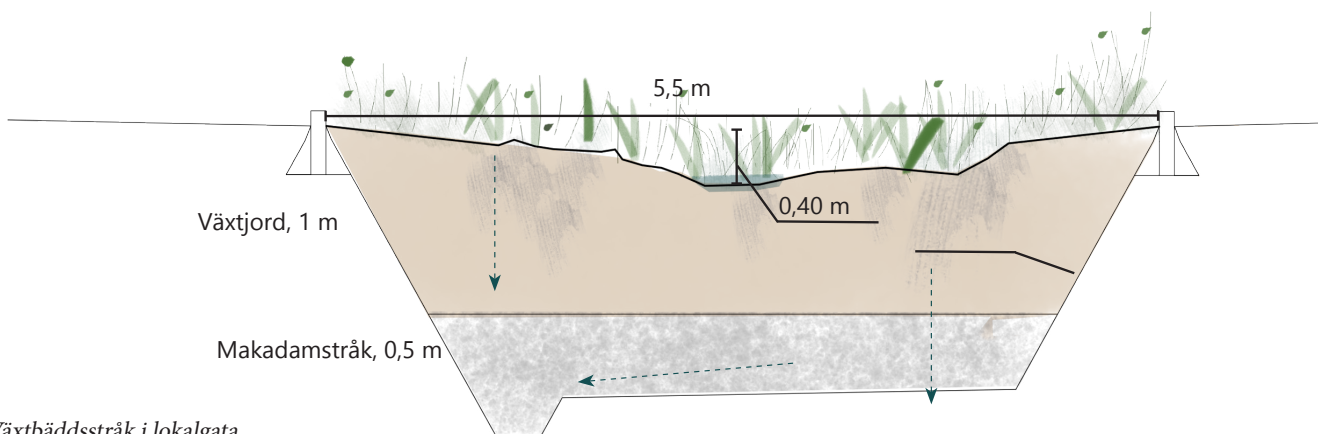
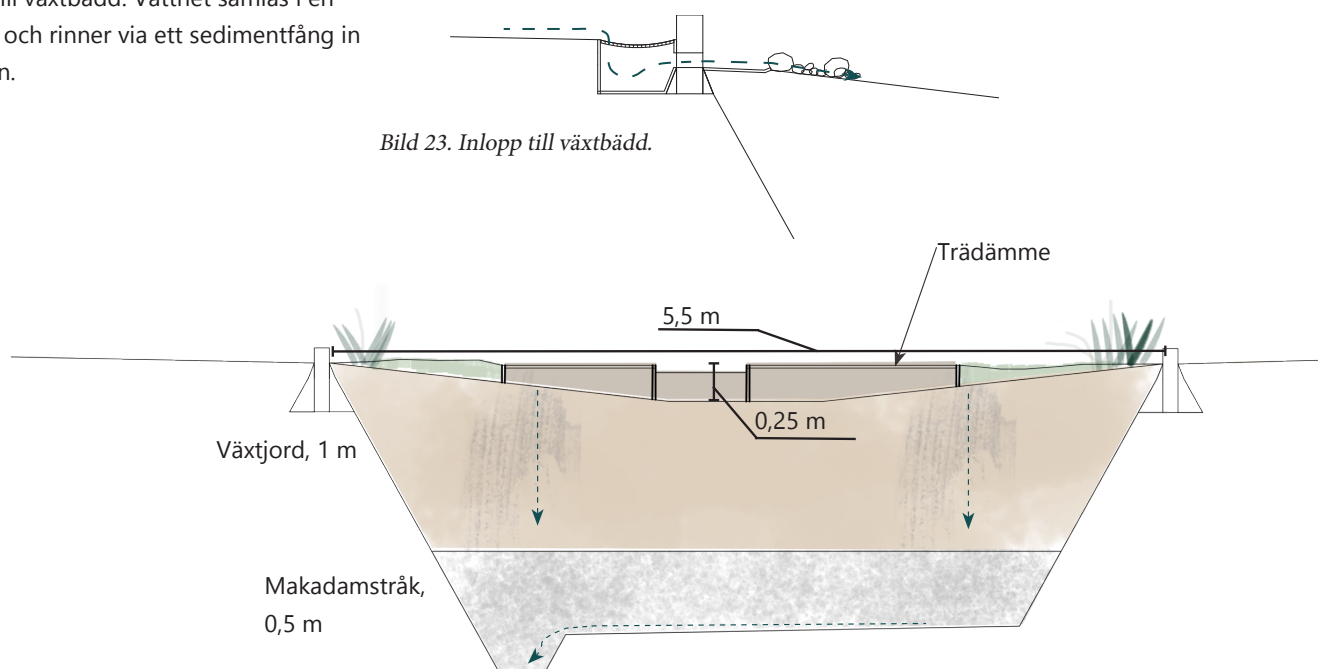


Bild 24. Växtbäddsstråk i lokalgata.





Makadamstråket under växtbädden kommer att kunna omhänderta en hel del vatten, vilket gör att lokalgatan kan omhänderta en större volym än de 84 m<sup>3</sup> och har därmed en flexibilitet i kapacitet. Ifall det skulle bli så pass höga flöden av dagvatten att växtbädden riskerar att svämma över finns bräddbrunnar. De är direkt kopplade på dagvattenledningar och vattnet som går i bräddbrunnen kommer därmed inte att ledas till makadamstråket (se förstora bild av bräddbrunn nedan vid bild 26).

Framför allt kommer dagvattnet att renas via infiltration i växtjorden. Vegetationen kommer att bidra till att hålla jorden porös men även till ett visst upptag av föroreningar. Växtbädden i lokalgatan ger både möjlighet till fördröjning och rening av dagvattnet.

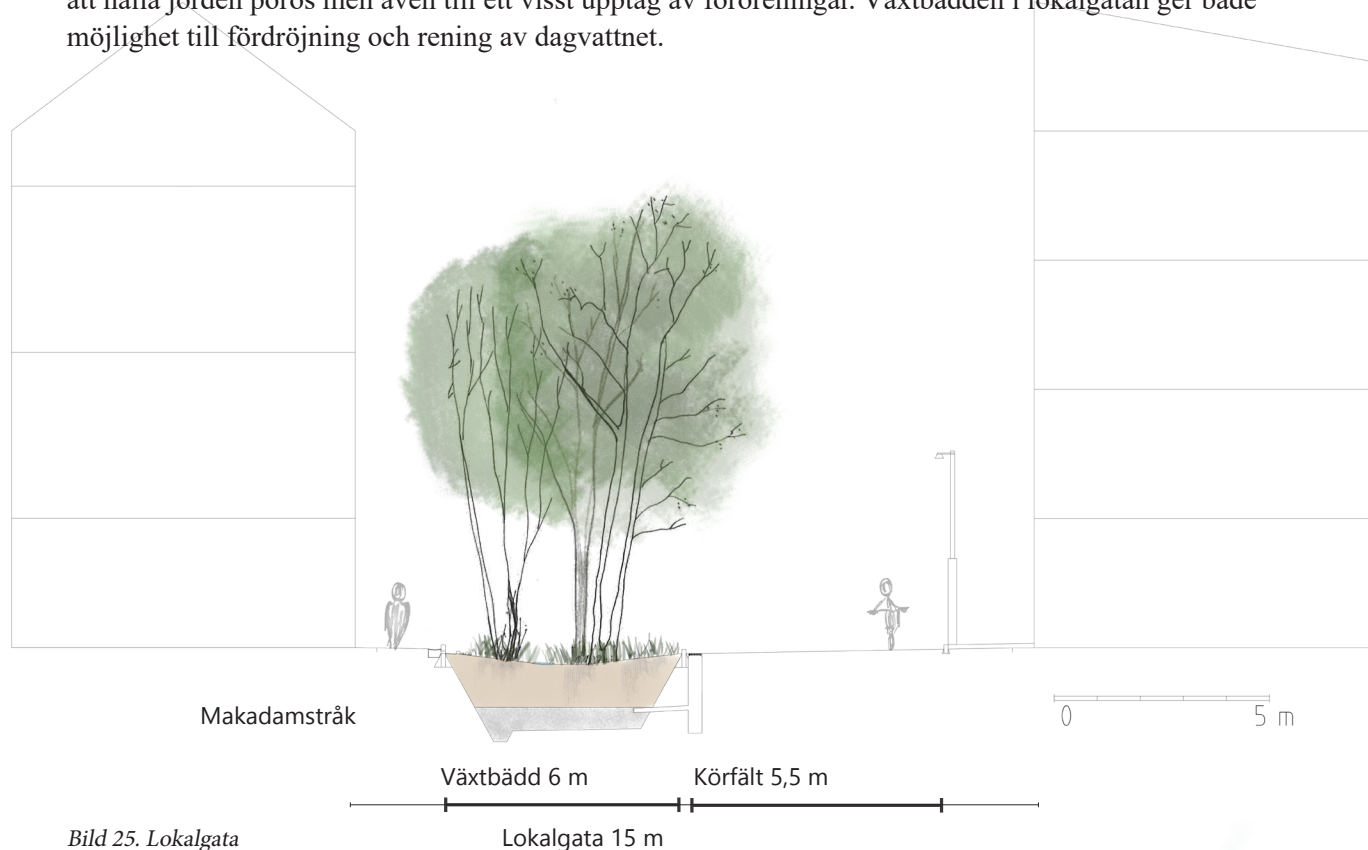


Bild 25. Lokalgata

Bräddbrunn som leder dagvattnet direkt till dagvattenledning vid höga flöden

Längsgående sektion av växtbädd i lokalgata.

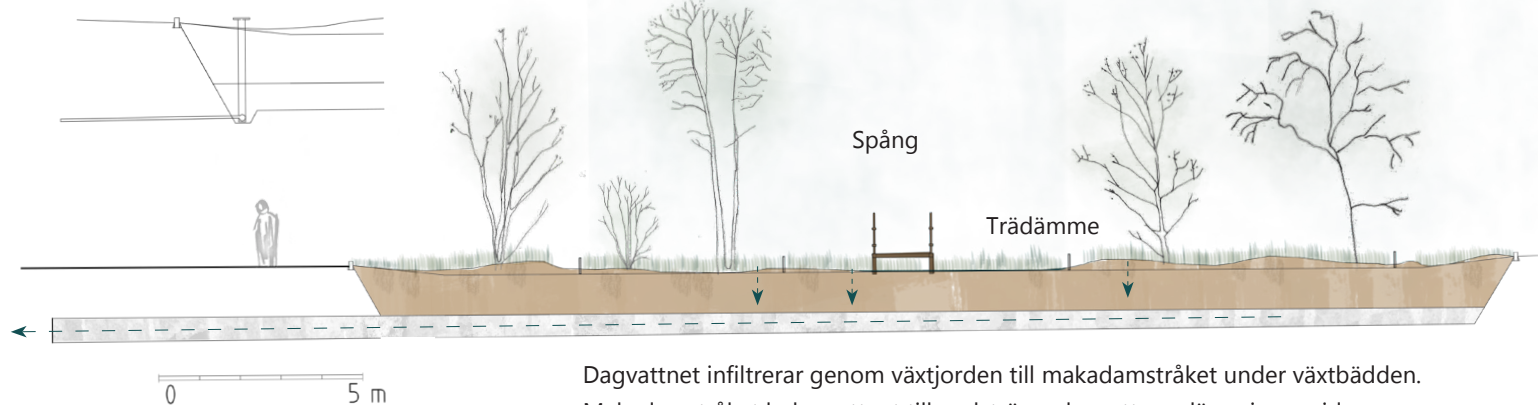
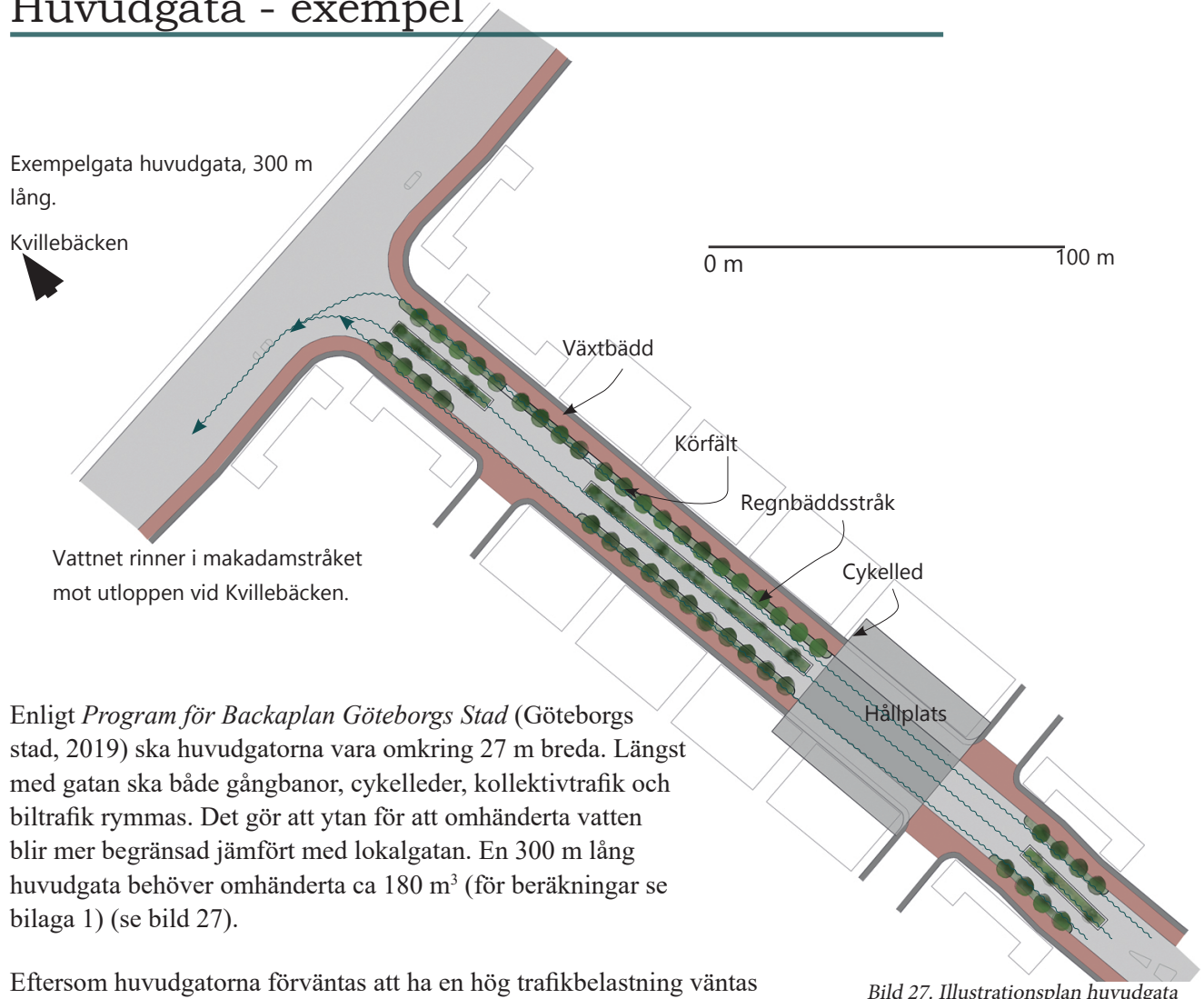


Bild 26. Lokalgata längsgående.

Dagvattnet infiltrerar genom växtjorden till makadamstråket under växtbädden. Makadamstråket leder vattnet till nedströms dagvattenanläggningar vid Kvillebäcken.

## Huvudgata - exempel



Enligt *Program för Backaplan Göteborgs Stad* (Göteborgs stad, 2019) ska huvudgatorna vara omkring 27 m breda. Längst med gatan ska både gångbanor, cykelleder, kollektivtrafik och biltrafik rymmas. Det gör att ytan för att omhänderta vatten blir mer begränsad jämfört med lokalgatan. En 300 m lång huvudgata behöver omhänderta ca 180 m<sup>3</sup> (för beräkningar se bilaga 1) (se bild 27).

Eftersom huvudgatorna förväntas att ha en hög trafikbelastning väntas att dagvattnet från dessa ytor är förorenat och behöver renas. Därför har en dagvattenanläggning, ett regnbäddsstråk, placerat i mitten av vägen, utformats med syftet att framför allt rena dagvattnet som avvattnas från körfälten (se bild 27). Utöver dagvattenstråket är växtbäddar, vilka regnvatten också kommer att ledas till, planerade utmed cykellederna på vardera sida av vägen.

Som tidigare påpekats kan dagvatten som leds till en växtbädd och passera växtmaterial och växtjordar riskera att få en ökad halt näringsämnen i utgående dagvatten jämfört med ingående dagvatten (Blecken, 2016). Under samtal med medarbetare på Kretslopp och Vatten Göteborgs stad diskuterades idéer på hur det skulle vara möjligt att komma runt detta problem<sup>12</sup>. Genom att enbart leda en liten del av det inkommande vattnet genom växtjorden är förhoppningen att minska risken för näringsläckage. Utifrån den här idén har ett regnbäddsstråk utformats i mitten av huvudgatan, vars främsta fokus är att rena och leda undan dagvattnet. En annan fördel med att lägga fördröjningszonen under växtjorden är att jorden därmed inte behöver ha en lika dränerande förmåga som om allt vatten ska infiltrera i jorden. I en regnbädd krävs att växtjorden kan dränera undan vattnet tillräckligt snabbt för att regnbädden inte ska riskera att svämmas över samt för att vegetationen inte ska dö av syrebrist<sup>13</sup>. Det gör att växtjorden i stället kan bli väldigt torr. Eftersom inte en lika stor volym vatten kommer att behöva infiltrera genom växtjorden krävs inte samma dränerande förmåga i jorden och därmed riskerar inte växtjorden att bli

<sup>12-13</sup> Personlig kontakt med Jenny Lindh, Kretslopp och Vatten Göteborgs Stad, mars 2021

riktigt lika torr. Rening av dagvattnet sker via infiltration i växtsubstratet.

Det första dagvattnet som faller och bildar flöden är det vatten som riskerar att föra med sig högst nivåer av föroreningar. Utifrån det resonemanget har en variant av regnbädd och makadamdike utformats, som här benämns regnvattenstråk, som är tänkt att ge möjlighet för det första vattnet som faller att infiltrera i växtjorden och då renas (se bild 28). I stället för att fördröjningszonen är ovanför växtjorden, som i en normal regnbädd, placeras fördröjningszonen under växtjorden, i ett makadamlager. Dagvattnet som rinner in i regnbädden efter first flush leds via en bräddbrunn till ett makadamlager under växtjorden. Regnbäddsstråket och växtbäddarna dräneras via ett makadamstråk, som precis som för makadamstråket i lokalgatan har en porositet på 30 %. Makadamstråket går i gatan, likt i lokalgatan och förbinder växtbädd och regnbäddsstråk så att dagvattnet kan rinna ut nedströms vid Kvillebäcken.

Regnbäddsstråkets fördröjningszon i marknivå är dimensionerad för att kunna omhänderta de första 10 mm som faller på körfälten (vilket utgör 21 m<sup>3</sup> av de 180 m<sup>3</sup> som behöver omhändertas i den exemplifierade huvudgatan). Fördröjningszonen är 9 cm djup (se bild 28).

För att kunna omhänderta tillräckligt mycket vatten inom huvudgatan krävs att fördröjningszonen i regnbäddsstråket görs djupare, 0,3 m djup i stället för 9 cm på en total sträckning av 45 m (se bild 28).

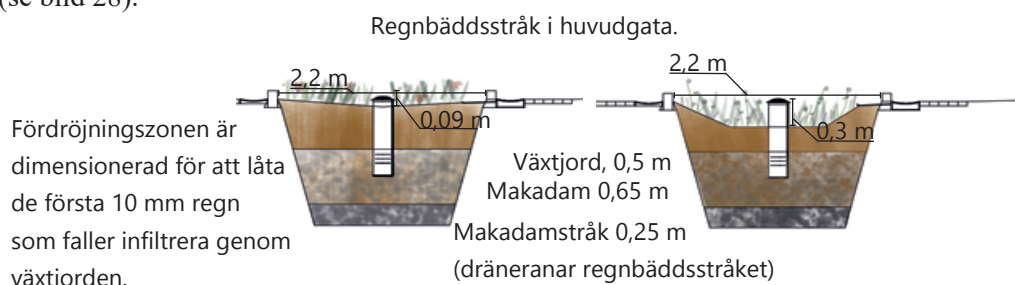


Bild 28 Regnbäddsstråk, med två olika djup på den ytliga fördröjningszonen.

Dagvattnet leds in via gluggar i kantstenen. Vattnet samlas upp i en rännal innan det rinner via ett sedimentfång in till växtbäddarna. Sedimentfånget kan bidra till viss reduktion av partikelbundna föroreningar.

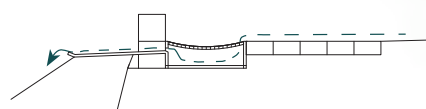


Bild 29. Inlopp till regnbäddsstråk och växtbädd

Längst med huvudgatan mellan cykelleden och körfälten planeras en växtbädd med träd på vardera sida av gatan. Fördröjningszonen är i denna växtbädd i marknivå och är 0,1 m djup för att det första vattnet som rinner till ska infiltrera genom jorden (se bild 30). Växtjorden är tänkt att vara sandig och med en låg mullhalt. Tåliga träd som berlineral och italiensk al föreslås. Vattnet som leds till bäddarna är främst tänkt att komma från tak och gång- och cykelbanan.

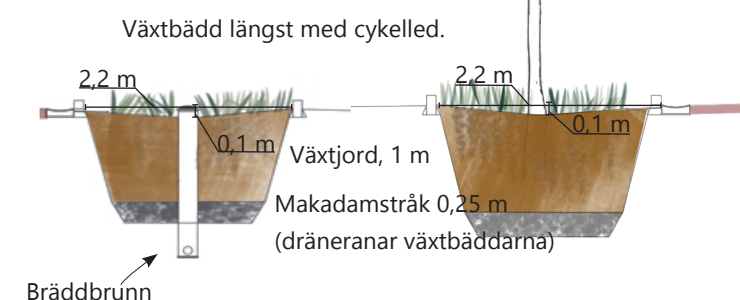


Bild 30. Växtbäddsstråk

I både regnbäddsstråket och i växtbäddarna längst med cykellederna leds vattnet ner i ett makadamstråk, som för lokalgatan, leder vattnet vidare till parken runt Kvillebäcken dit det rinner ut till nedströms dagvattenanläggning (se bild med sektion 32 - 34). Makadamstråket är beräknat att ha en 30 % porositet.

Ifall det skulle bli riktigt höga flöden av dagvatten så att växtbäddarna eller regnbäddsstråket riskerar att svämmas över finns bräddbrunnar. De är direkt kopplade på dagvattenledningar och vattnet som går i bräddbrunnen kommer därmed inte att ledas till makadamstråket (se skiss 31).

Växtjorden i både dagvattenstråket och växtbäddarna är tänkt att vara sandig och ha en lågmullhalt. Detta för att kunna rena dagvattnet som infiltrerar och dränera vattnet till det underliggande makadamstråket. Genom att ha en låg mullhalt kan det undvikas att näringsämnen från jorden kommer med det utgående dagvattnet.

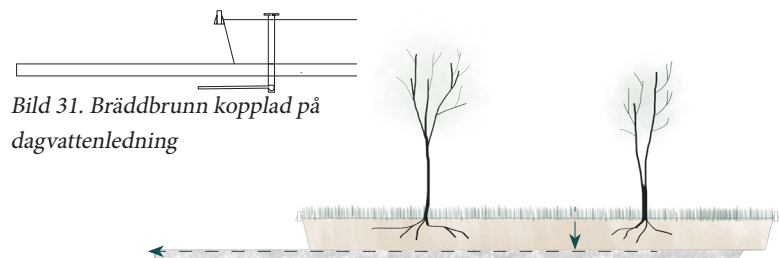


Bild 31. Bräddbrunn kopplad på dagvattenledning

Bild 32. Huvudgata växtbädd längsgående.

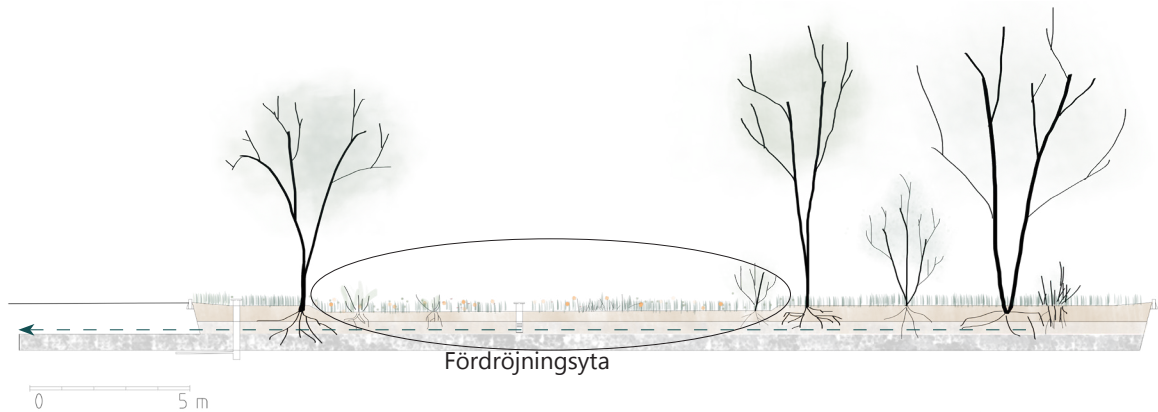


Bild 33. Huvudgata regnbäddsstråk längsgående med fördröjningszon.

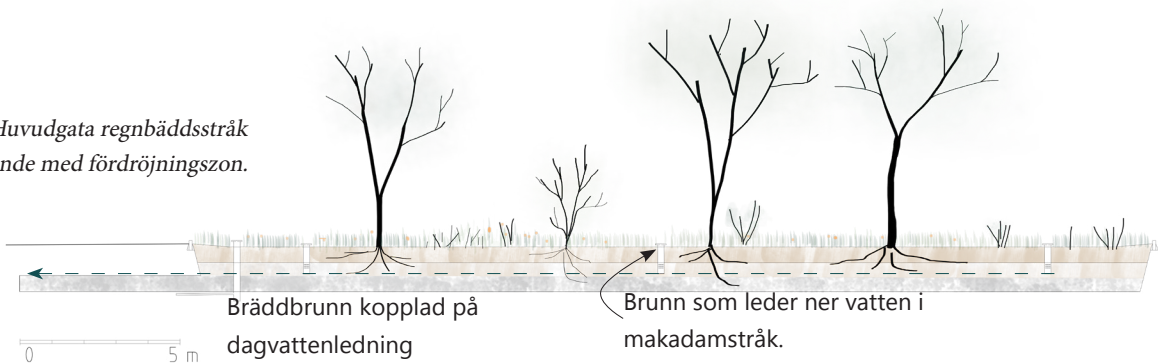


Bild 34. Huvudgata regnbäddsstråk längsgående.

Huvudgatans utformning har inte samma möjlighet för att omhänderta större volymer vatten än den beräknande, för huvudgatan 180 m<sup>3</sup>, som lokalgatans dagvattenanläggning har. Huvudgatan är utformad och beräknad för att kunna omhänderta de 180 m<sup>3</sup>. För att öka kapaciteten för dagvattenhantering längst med huvudgatan skulle det gå att göra fördröjningszonerna djupare i växtbäddarna, men med risk att reningsfunktionen då skulle bli sämre.

I sektionerna 35-39 visas olika utformning av huvudgatan för att exemplifiera att både yta för att omhänderta dagvatten och den höga trafikbelastningen kan få plats längst med huvudgatan. Dagvattnet leds in via gluggar i kantstenen. Vattnet samlas upp i en rännal innan det rinner via ett sedimentfång in till växtbäddarna.

Träden som är tänkta ska vara tåliga för både värme och torka. Träden och vegetationen är även tänkta för att bidra till att hålla en lägre temperatur i gaturummet men även att dra ner skalan och storleken på de planerade 9-våningshusen.

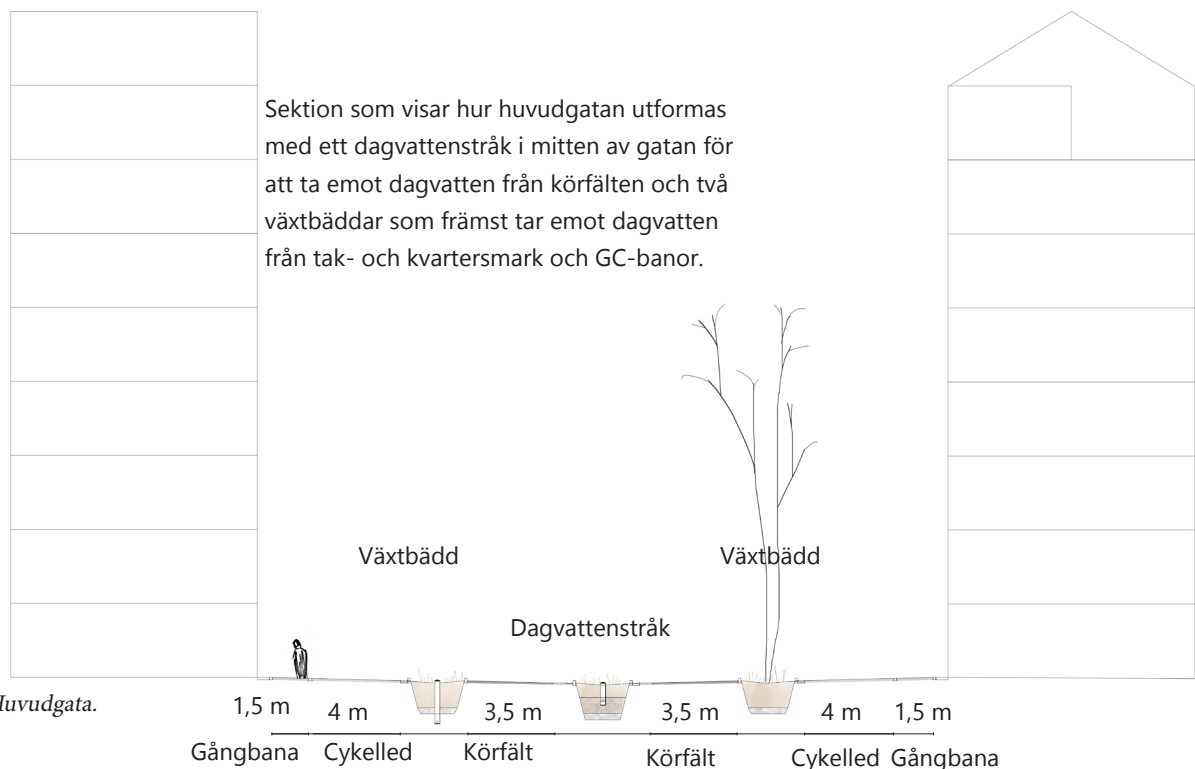


Bild 35. Huvudgata.

Bild 36. Exempel på gatuutformning vid hållplats.

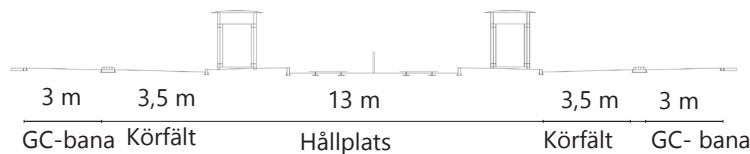


Bild 38. Huvudgata trefilig väg.

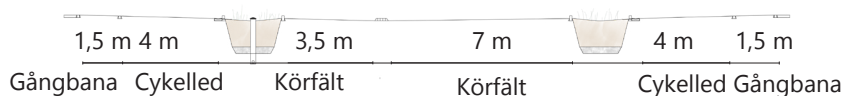
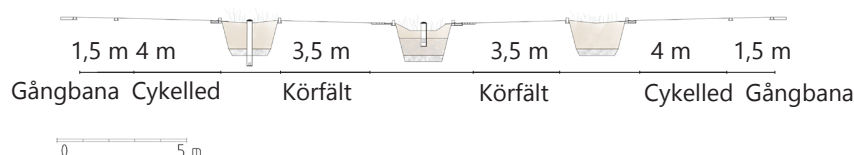


Bild 39. Huvudgata djupare fördröjningszon i regnbäddsstråk.





## Nedströms dagvattenhantering - exempel

Plan över parkområdet runt Kvillebäcken.

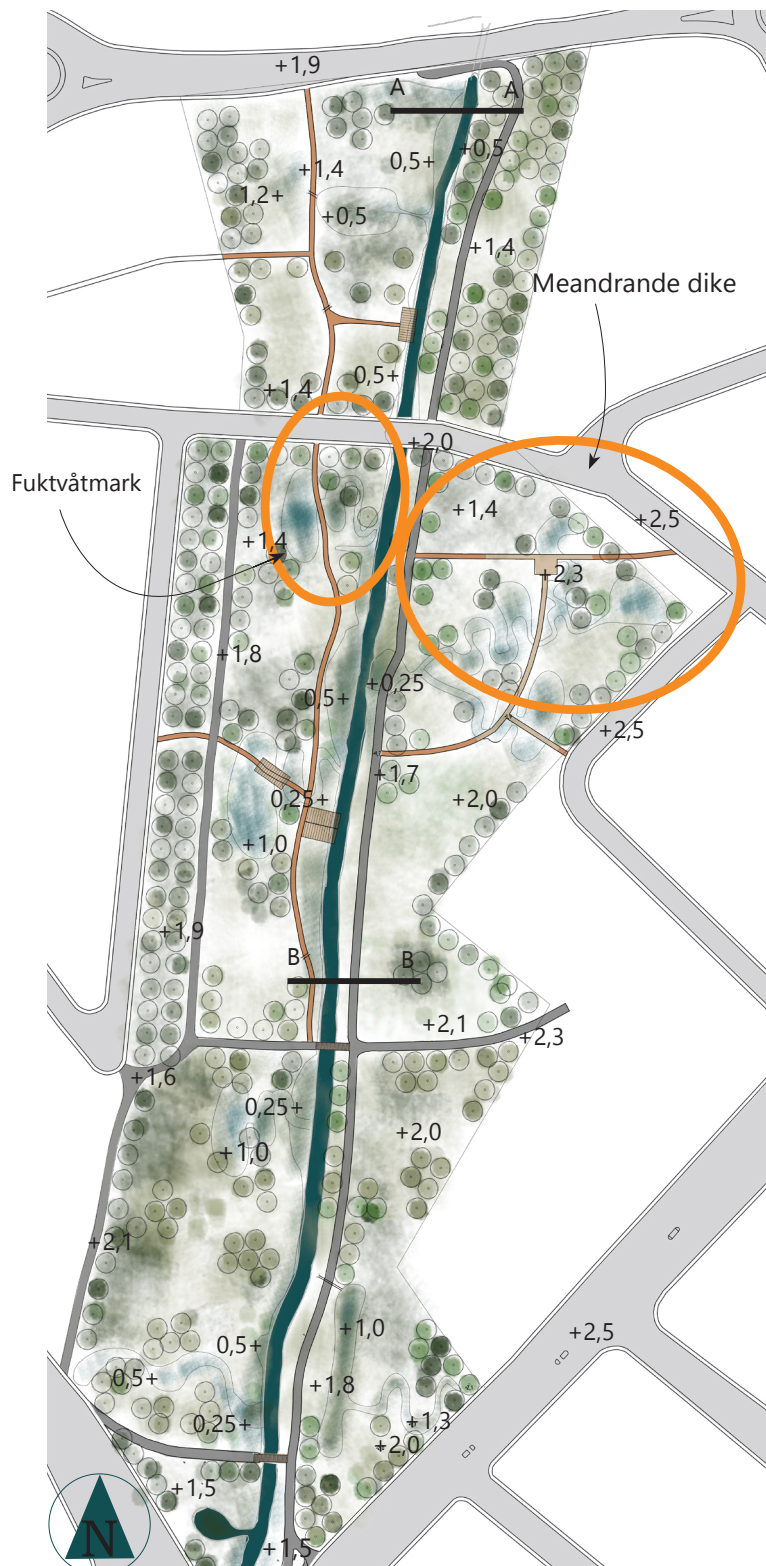


Bild 40. Illustrationsplan parkområde

Kvillebäcken

0 m 100 m

I parkstråket runt Kvillebäcken är dagvattenanläggningar tänkta inom den ytan som är utpekad till att bli parkmark enligt planprogrammet (Göteborgs Stad 2019). Tanken är att dagvattenanläggningarna runt Kvillebäcken ska kunna rena och fördröja dagvattnet i ett andra steg i dagvattenstrategin för Backaplan. Dagvattnet som leds ner i makadamstråken i lokal- och huvudgatorna mynnar ut från makadamstråken till dagvattenanläggningarna runt bäcken. Området är väldigt flackt och en uppskattning är att dessa makadamstråk mynnar ut på +1 m höjd när de når parken.

Utifrån beräkningarna har ett antagande gjorts att ungefär 1500 m<sup>3</sup> ska kunna omhändertas i parkområdet runt Kvillebäcken (för beräkningar se bilaga 1 *Beräkningar av vattenflöden av och volymen dagvatten som behöver omhändertas*). De två exempelplatserna (markerade i cirklar i bild 40) visar på delar där den här volymen ska kunna omhändertas. Beräkningarna för dimensionerna i anläggningarna runt bäcken är förenklade. Enligt beräkningarna kan en ungefärlig volym på 2–4 m<sup>3</sup> omhändertas per löpmeter av diken och fuktivtmarkerna runt bäcken. Diken och fuktivtmarkerna är utformade med flacka slänter och en bred tvärsnitt för att möjliggöra att en så stor volym vatten ska kunna omhändertas, beroende på volym nederbörd. Den breda tvärsnittet av dike och fuktivtmark gör att det skapas kapacitet för hela den dimensionerande volymen på omkring 1500 m<sup>3</sup> i parkområdet.

Strandkanterna längst med delar av Kvillebäcken är i detta förslag omformade, framför allt i de norra delarna runt bäcken. Detta för att bäcken riskerar att svämma över vid höga flöden av nederbörd och därmed har ytor utformats för att i stället tillåtas att svämma över men även för att det ska vara enklare för människor att komma nära vattnet. Framför allt har stränderna längst med bäckens västra sida föreslagits att omformas, då det går en kombinerad avloppsledning längst med delar av bäckens östra strand.



Bild 41. Sektion A-A i bild 40. Exempel på hur den västra strandkanten har flackats ut. Där kan marken tillåtas att svämmas över vid höga flöden.



Bild 42. Sektion B-B i bild 40. Exempel på hur promenadstråk längst med bäcken ska möjliggöra för besökare att komma närmre vattnet.

Två områden i parken pekas ut för att visa på hur dagvattnet kan omhändertas (se bild 40 illustrationsplan på föregående sida). Ett av de utpekade områdena utgörs av ett meandrande dike och den andra av de utpekade delarna utgörs av en våtmarksliknande fuktmark. Den våtmarksliknande fuktmarken består av infiltrationsytor och dike. Anläggningen är olika djup vilket skapar en fuktgradient och kommer på de fuktigaste ställen likna en våtmark. För båda exempelplatserna är området flackt och ytor kan tillåtas att svämmas över vid stora regn, vilket gör att en flexibilitet för vilken volym som anläggningarna faktiskt har kapacitet för finns.

Parkområdet runt Kvillebäcken är tänkt att ha en naturlig karaktär med ett lite vilt uttryck. En del vegetationsförslag är presenterade i bilaga 2 *Växtförslag för regnbäddsstråk och växtbäddar på lokal- och huvudgata och parkområde runt Kvillebäcken*, men de ska enbart ses som exempel på olika arter för att visa på det tänka uttrycket av området. En del av den föreslagna vegetationen kan bidra till rening av dagvattnet, främja pollinering och för att skapa en parkmiljö med blomning och naturlig karaktär. Till exempel är de olika starrsorterna valda för att de kan filtrera vattnet och smalkavedunet kan bidra till upptag av näringsämnen (Svenskt Vatten, 2011). Sälgen och brakveden är exempel på växtval som gynnar insekter då sälgen blommar tidigt på säsongen och brakveden blommar länge och är bra för nektarsökande insekter.





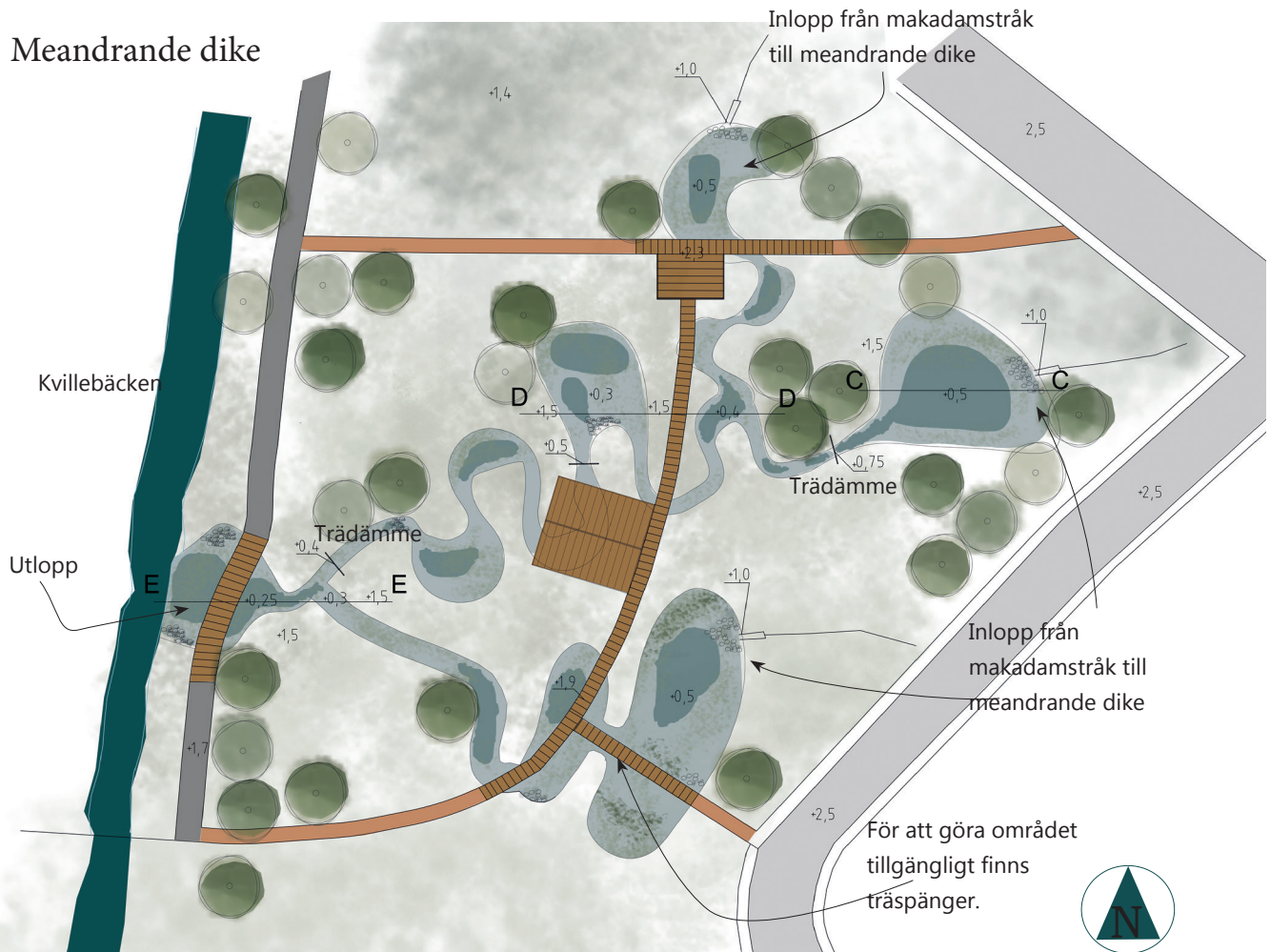


Bild 43. Illustrationsplan meandrande dike i parkområdet runt Kvillebäcken.

0 m

100 m

Vattnet leds in till området via makadamstråk som mynnar ut i diket. Vid inloppen är stenar utplacerade som erosionsskydd (se bild 44 sektion C-C).

I diket finns dämmen för att sakta ner hastigheten på vattnets flöde samt att möjliggöra temporära vattenspeglar. Detta för att vatten ska kunna fyllas på längre uppströms i diket för att motverka att dagvatten vid höga flöden rinner ut rakt i bäcken, då det kan antas att det då redan är höga vattennivåer i bäcken. Diket har en svag lutning för att möjliggöra ett långsamt flöde av vattnet för att öka chansen till infiltrering och växtupptag av föroreningarna i dagvattnet. Där diket mynnar ut är strandkanten flack och vegetation utgörs av bland annat starr-sorter och smalkaveldun vilka är tänkta att rena dagvattnet innan det når bäcken.



Bild 44 sektion C-C. Inlopp från makadamstråk mynnar ut till det meandrande diket.

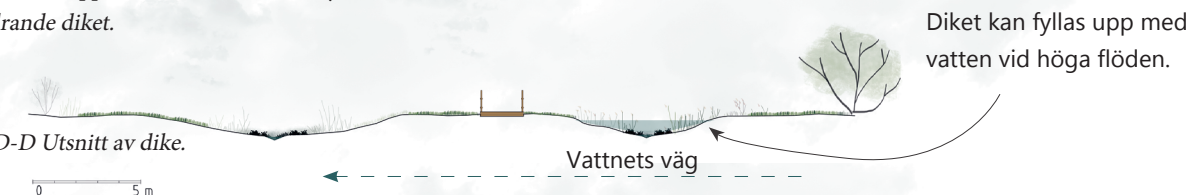


Bild 45 sektion D-D Utsnitt av dike.

Bild 46 sektion E-E Utlopp från dike till Kvillebäcken. Strandkanten är flack med vegetation som starr och smalkaveldun.



## Våtmarksliknande fuktmark

Vattnet leds in till området via makadamstråk som mynnar ut i en fördamm. Fördammen har en hårdgjord botten av stenplattor och skiljs från resten av våtmarken via ett trädämme. Fördammen är till för att möjliggöra att partiklar och föroreningar sedimenterar i den lilla fördammen. Det gör att det blir en mindre yta som mer kontinuerligt kan komma att behöva tömmas på sediment och skötas.

Därefter leds vattnet vidare genom fuktmarken för att till sist ledas ut i ett dike som mynnar ut i Kvillebäcken. Stenar och vegetation längst med vattnets väg gör att vattnets flöde avstannar så att rening via växtupptag och infiltration kan ske.

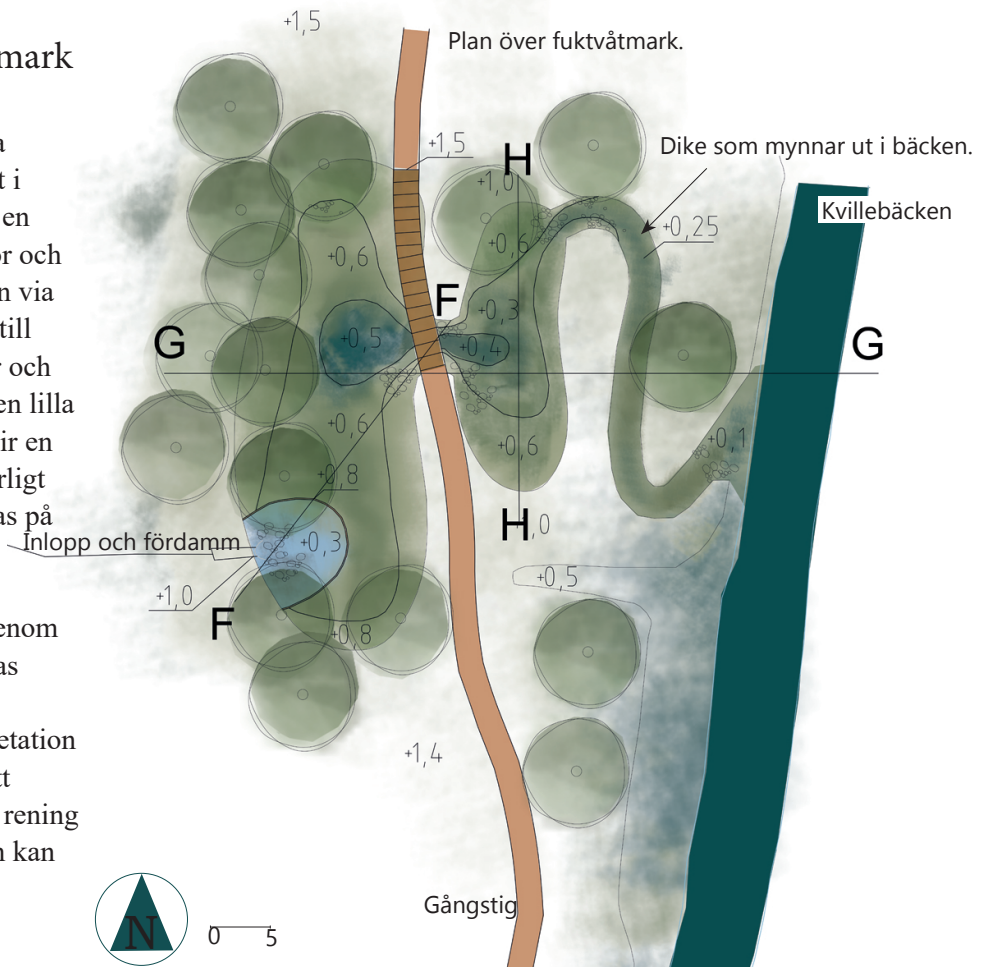


Bild 47. Illustrationsplan våtmarksliknande fuktmark inom parkområdet runt Kvillebäcken.



Bild 48 section F-F. Utsnitt av fuktvåtmark.

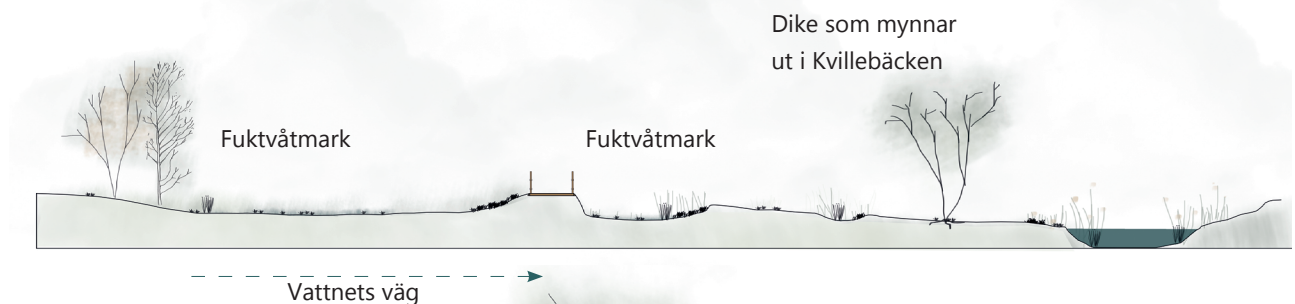


Bild 49 section G-G. Utsnitt av fuktvåtmark.



Bild 50 section H-H. Utsnitt av fuktvåtmark.



Strandkanterna längst med delar av Kvillebäcken är i detta förslag omformade, framför allt i de norra delarna runt bäcken. Detta för att bäcken riskerar att svämma över vid höga flöden av nederbörd och de flacka stränderna kan även fungera som översvämningsytor och är utformade så att för att tillåtas att svämma över. Stränderna är föreslagna till att bli mer flacka för att öka kopplingen mellan strandkant och vattenyta. Dessa flacka strandkanter kan även fungera som översvämningsytor. Genom att forma om Kvillebäcken och göra stränderna flackare kan även bäckens befintliga kanal-lik form göras om och få en mjukare koppling mellan strandkant och vattenyta.

Strandzonen runt Kvillebäcken har pekats ut som viktig för att främja flora och fauna (Göteborg Stadsbyggnadskontoret, 2018). Diken och slänter som mynnar ut i Kvillebäcken är tänkta att ha en varierad vegetation och att stränderna ska fläckas ut längst med vissa delar av bäcken.

Eftersom det går en kombinerad avloppsledning längs med delar av Kvillebäckens östra strand har därför framför allt fokus varit på att undersöka hur den västra strandkanten kan omformas för att göra det enkelt för människor att komma närmre vattnet.

Tanken med utformningen längs med Kvillebäcken är att området ska ha en funktion vid både låga och höga flöden vatten. Vid torrare perioder kan ytorna användas för att vistas eller promenera på. När vattennivån är högre blir området mer otillgängligt men det finns då anvisade spänger, stigar och gångvägar att gå på.

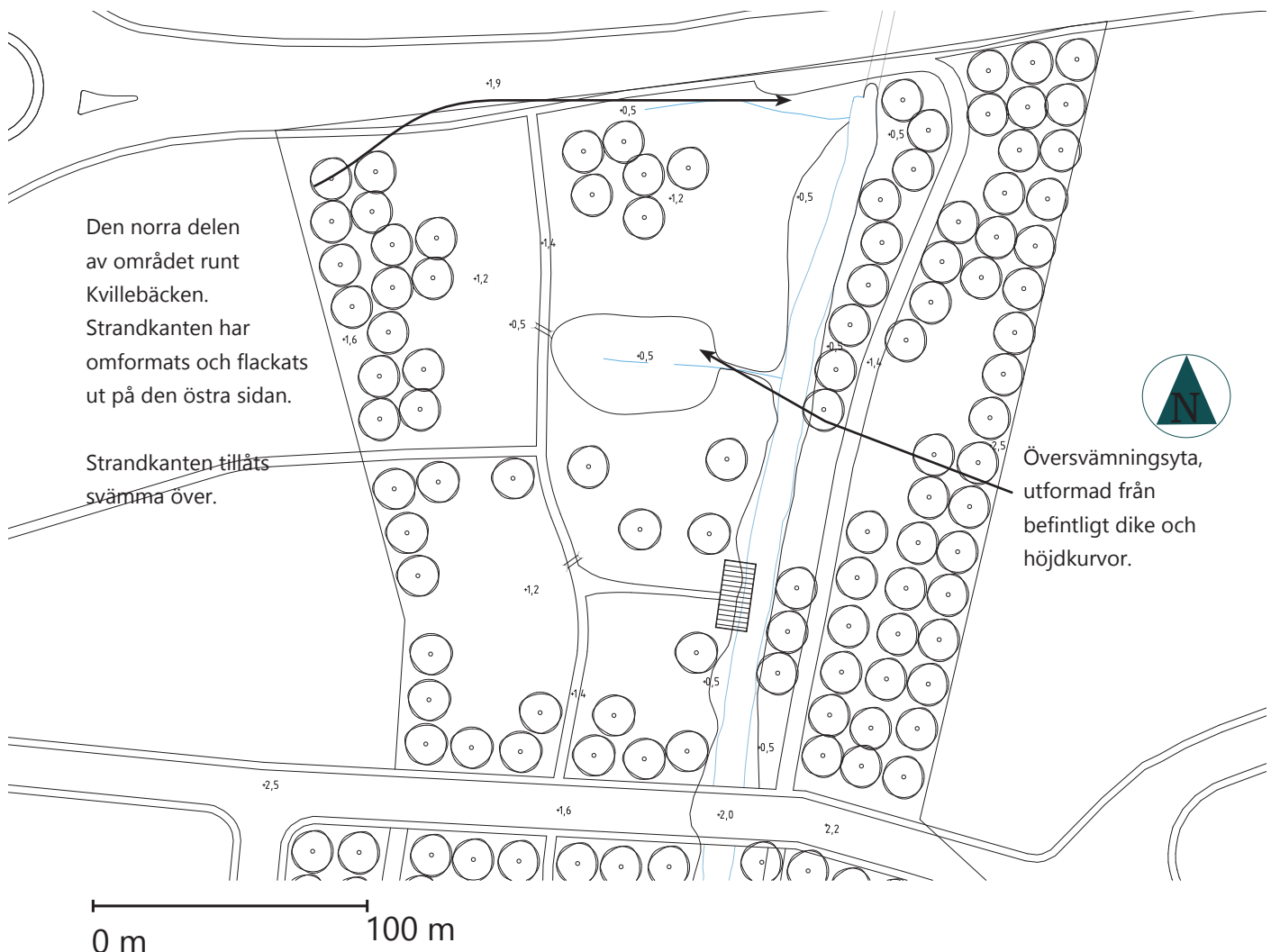


Bild 52 Illustration över hur strandszonen föreslås att göras om för att tåla översvämmning.

Eftersom slänterna mot bäcken flackas ut kommer inte befintliga erosionsskydd och utfyllnadsmark längst med delar av bäcken behövas vilket gör att strandzonen tillåts att dras ut, se bild 53. På de ställen där strandkanten har flackats ut är tanken att fukttålig vegetation ska planteras, både för att skapa en gradient från vattenkanten till stranden men även för erosionsskydd och för att förhoppningsvis bidra till rening av vattnet i och runt bäcken.

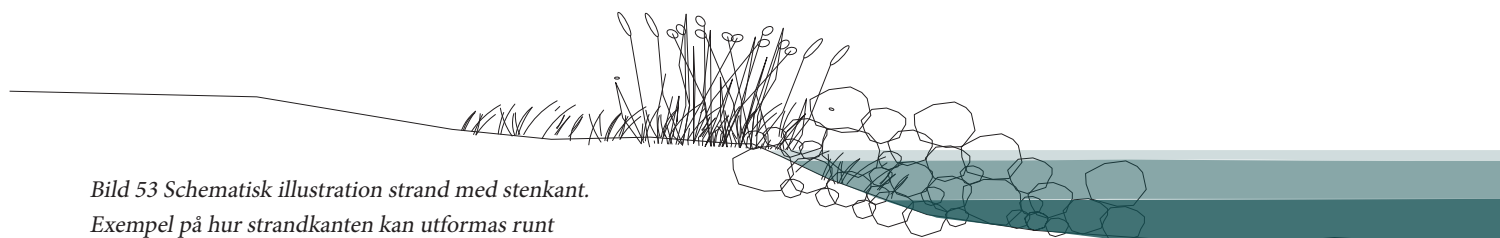
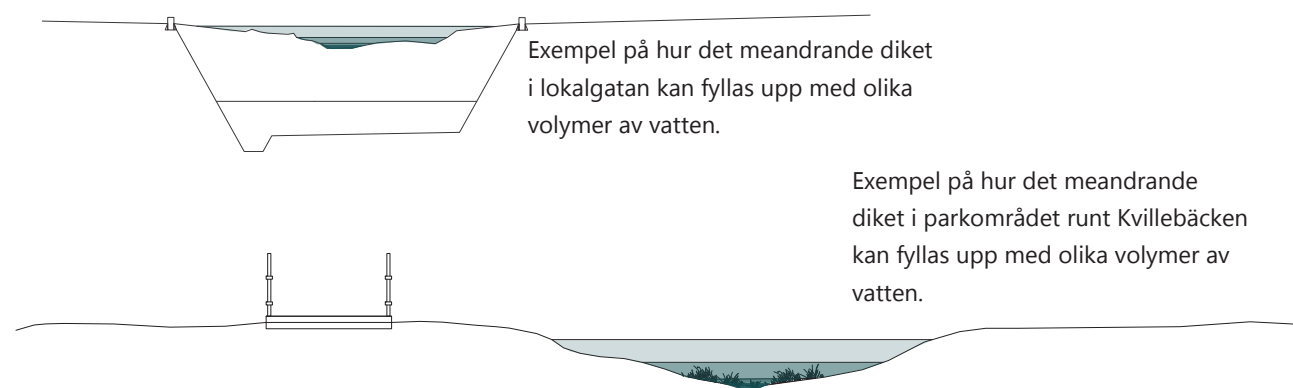


Bild 53 Schematisk illustration strand med stenkant.

Exempel på hur strandkanten kan utformas runt

Kvillebäcken och fyllas upp med olika volymer av vatten.



Exempel på hur det meandrande diket  
i lokalgatan kan fyllas upp med olika  
volymer av vatten.

Exempel på hur det meandrande  
diket i parkområdet runt Kvillebäcken  
kan fyllas upp med olika volymer av  
vatten.

Bild 54. Principskisser på hur dagvattenanläggningarna kan omhänderta olika volymer dagvatten.

För att öka möjligheten till rening av dagvattnet när de passerar genom en dagvattenanläggning är en långsam flödeshastighet på vattnet viktigt. Inloppen till samtliga dagvattenanläggningar är utformade med erosionsskydd för att sänka vattnets hastighet, möjliggöra att sediment ansamlas vid inloppen så att partikelbundna föroreningar kan reduceras från dagvattnet. I de presenterade förslagen är framför allt erosionsskydd i form av makadam och stenar föreslagna men variationen av erosionsskydd och inlopp skulle kunna utvecklas om dagvattenstrategin skulle utformas mer i detalj. Erosionsskydden kan utformas så att de är mer naturlika som med sten och makadam till att bli mer tekniska alternativ som underjordiska sedimentationsmagasin eller sandfång. Diket i växtbädden i lokalgatan samt de tänkta diken runt Kvillebäcken utformas meandrande för att sänka flödeshastigheten på vattnet och bidrar till att öka vattnets infiltration i marken. För att ytterligare sänka vattnets hastighet placeras dämmen så att temporära vattenspeglar kan bildas och bidra till att partikelbundna föroreningar kan sedimentera. För att öka reningspotentialen i diket än mer är de utformade med vegetation för att filtrera vattnet och möjliggöra absorption av föroreningar via växtrötter.

I växtbäddarna längst med lokal- och huvudgatorna och i regnbäddsstråket är sandiga växtjordar föreslagna. Att använda sandiga jordar gör att växtplatsen blir mer anspråkslös vilket kan bidra till att växtbäddarna blir mindre skötselintensiva. Det sätter högre krav på vegetationen och att växtmaterialet som väljs är anspråkslös som klarar en mager ståndort i bäddarna (Sjöman, Wahlsteen, 2009).

# Avsnitt 4 – Diskussion

Målet med det här arbetet är att undersöka hur hållbar dagvattenhantering kan utformas för att möjliggöra rening och fördröjning, applicerat på Kvillebäckens avrinningsområde i Göteborg. Utifrån det har det här arbetet tagit fram en utformning och dagvattenstrategi för huvudsakligen de norra delarna längs Kvillebäcken inom Backaplanområdet. Utformningen och dagvattenstrategin som har tagits fram främjar grönska i stadsmiljö. Det tar också hänsyn till mål uppsatta av Göteborgs stad, bland annat gällande lokal eller närliggande separering av föroreningar och en preferens för öppna lösningar framför dagvattenledningar.

Genom att möjliggöra rening av dagvattnet både lokalt uppströms och nedströms i anslutning till Kvillebäcken är dagvattenstrategins huvudsakliga mål att skapa bättre förutsättningar för att möjliggöra för en bättre kemisk, ekologisk och morfologisk status för bäcken. Syftet att omhänderta vattnet och skapa möjlighet till att rena dagvattnet i två led, både lokalt och nedströms, är just för att motverka att dagvattnet inte ska påverka den kemiska statusen i bäcken negativt. Ett delmål med arbetet var att i utformningen och dagvattenstrategin omforma och föreslå hur grönområdet runt Kvillebäcken skulle kunna få ökade rekreativvärden. För att skapa kontrast med det välordnade intrycket från parkstråket längs med Kvillebäckens sedan tidigare tillfixade södra delar har parkstråket på norra sidan utformats med målet att ge ett vildare och mer oordnat intryck.

Förslagen som presenterats bidrar till att en stor volym grönska kan implementeras, vilket innebär att en stor artvariation kan tillföras området. I bilaga 2 *Växtförslag för regnbäddsstråk och växtbäddar på lokal- och huvudgata och parkområde runt Kvillebäcken* presenteras några förslag på växter för områdets olika delar, men växtlistan går att utveckla för att öka ekologi och artvariation.

## Metoddiskussion

---

### Backaplan – stadsutvecklingsprojekt i pågående process

Stadsutvecklingsprojektet Backaplan är pågående och det har varit svårt att veta när och hur antaganden och förenklingar kan göras då en del saker ännu inte är fastställda. Det gäller exempelvis antaganden kring hur mycket dagvatten som väntas kunna fördröjas och renas inom kvarters- och lokal parkmark. Därför involveras inte dessa ytor i arbetet, trots att de skulle kunna spela en stor roll för en övergripande dagvattenstrategi. Hur vägsystemet kommer att vara i området är även det översiktligt och inte helt fastställt och därmed utformades exemplvägar i stället för att undersöka hur platsbaserade lösningar för området skulle kunna utformas. Utformningen av dagvattenanläggningar runt Kvillebäcken är mer gjord utifrån faktiska förutsättningar, både vad gäller höjdsättning kring fuktvåtmarken och det meandrande diket, till viss del ledningssystem och befintliga gång- och cykelbanor.

I arbetet har bara dagvattenlösningar i marknivå undersökts då det är där landskapsarkitekturen har kunnat påverka utformningen av gator. Dagvattenlösningar under mark har inte involverats i arbetet trots att det finns lösningar (exempelvis infiltrationsbrunnar och magasin med sandfilter med mera) som också kan bidra till rening av dagvatten.

Regnbäddsstråket i huvudgatan är utformat som en blandning av makadamdike och regnbädd. Fördröjningszonen ovan mark är dimensionerad för att kunna fördröja de första 10 mm regn som faller vid ett dimensionerat 10-årsregn med varaktigheten 10 minuter. Utgångspunkten för regnbäddsstråket är att lite vatten ska tillåtas infiltrera ofta. Det är viktigt att beakta att regnbäddsstråket är baserat på

antaganden och att det är oklart hur fuktigt eller torrt regnbäddsstråket faktiskt väntas att bli. Genom att göra beräkningar av växtjordens infiltrationshastighet samt se till hur ofta och med vilken intensitet regn faller i området kan beräkningar göras för att se till hur pass fuktigt eller torrt regnbäddsstråket kan väntas bli.

## Beräkningar

Beräkningarna för att dimensionera vattenflöden och volymer dagvatten ska ses som ett riktmärke och baseras på en del antaganden och förenklade beräkningar. Det är viktigt att inte se volymerna som presenteras i arbetet som exakta, utan syftet med beräkningarna i området är att ge läsaren en indikation på ungefärlig volym dagvatten och hur den volymen kan omhändertas. I detta arbete har inte kvartermark involverats i dagvattenstrategin, vilket om det skulle gjorts, hade kunnat erbjuda mer yta att laborera med för dagvattenhantering.

I arbetet beräknades en generell avrinningskoefficient för hela Backaplanområdet utifrån markanvändning och ytor för området Östra Kvillebäcken. Anledningen till att markanvändningen för Östra Kvillebäcken användes för att beräkna avrinningskoefficient för Backaplan är att markanvändningen i området Östra Kvillebäcken liknade den i Backaplan innan Östra Kvillebäcken gjordes om i ett tidigare stadsutvecklingsprojekt. Från rapporten *Dagvattenutredning Planprogram för bostäder och verksamheter vid Backaplan* (Göteborgs Stad Kretslopp och Vatten, 2018a) framkommer att det inte förväntas att bli en ökad tillförsel av dagvatten till Kvillebäcken efter ombyggnation av Backaplan. Därför utgår beräkningen av avrinningskoefficienten från befintlig markanvändning, trots att det bygger på en del antaganden. Då ungefär samma volym dagvatten väntas mynna ut i bäcken efter ombyggnationen som innan (Göteborgs Stad Kretslopp och Vatten, 2018a) gjordes ett antagande att det gav en mer exakt siffra att utgå från befintlig struktur.

Ett annat alternativ för att få fram avrinningskoefficient skulle kunnat vara att utgå från Svenskt Vattens publikation *Avledning av dag-, -drän- och spillvatten* där sammanvägda avrinningskoefficient för olika typer av områden presenteras. Där presenteras en sammanvägd avrinningskoefficient för bebyggelsestrukturen i flacka områden: slutet byggnadssätt med planerade gårdar, industri och skolområden, till 0,5 (Svenskt Vatten, 2016, s. 68 se tabell 4.9). Eftersom det är den typen av byggnadsstruktur som är tänkt att byggas i Backaplanområdet skulle därmed den avrinningskoefficienten kunna appliceras för att få fram ett dimensionerat flöde. Men det skulle även behöva göras antaganden gällande vägar och parkområden för den nya strukturen och därmed ansågs att en mer välgrundad beräkning för avrinningskoefficient kunde beräknas genom att utgå från den befintliga strukturen i området. Den beräknade avrinningskoefficienten (se bilaga 1 *Beräkningar av vattenflöden och volymen dagvatten som behöver omhändertas*) är 0,7 och den sammanvägda avrinningskoefficienten från Svenskt Vattens publikation *Avledning av dag-, -drän och spillvatten* (Svenskt Vatten, 2016) är 0,5. Det resulterar i att det blir ett större dimensionerat flöde dagvatten när den beräknade avrinningskoefficienten för området används än om Svenskt Vattens sammanvägda avrinningskoefficient skulle använts.



Antaganden har också gjorts vid beräkningarna för dimensionering av exempelgatorna för lokal- och huvudgata. En del av ytan i den omkringliggande kvartersmarken runt lokal- och huvudgatan räknas in i vad som behöver omhändertas i gatan, se schematisk bild 51. Ungefär 10 meter in på kvartersmarken på var sida av exempelgatornas räknas in i den yta vars dagvatten skulle omhändertas inom lokal- och huvudgatans område. Sträckan 10 m baserades på uppskattningar efter att ha studerat kartmaterial över gatunätet från stadsdelen Östra Kvillebäcken och valdes som ett rimligt mått då enbart en del av det vatten som faller, 10 mm/m<sup>2</sup> hårdgjord yta, behöver fördröjas inom kvartersmarken. Det är en grov uppskattning, med syfte att visa på dagvattenvolymer som kan behöva omhändertas.

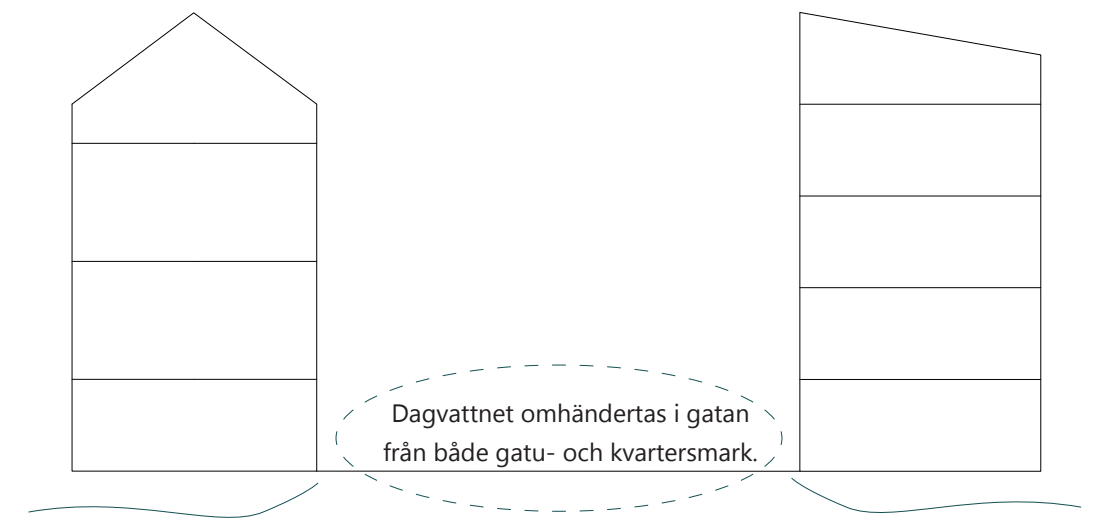


Bild 51. Schematisk bild som visar att dagvattnet från kvartersmark omhändertas i gatumiljön.

Ett annat angreppssätt som är värt att belysa och som skulle kunnat göras annorlunda är dimensioneringen av regnbäddsstråket i mitten av huvudgatan. Dimensioneringen utgick från beräkningen att de första 10 mm regn som faller på körfälten på huvudgatan och bildar dagvattenflöden bör infiltrera genom växtsubstratet i regnbäddsstråket för att möjliggöra rening av dagvattnet. Regnbäddsstråket uppskattades kunna vara ungefär 100 m lång (för exempelgatan som är ungefär 300 m lång) vilket gjorde att fördröjningszonen ovanför växtjorden behövde vara 9 cm djup för att kunna omhänderta de första 10 mm regn (för beräkning se bilaga 1). I *Kunskapssammanställning Dagvattenrening* (Blecken, 2016 s. 51) redogörs att en regnbädd ofta har en yta som motsvarar ungefär 2–6 % av avrinningsområdet. I det här arbetet har dimensionen av regnbäddsstråket inte utgått från storleken på avrinningsområdet utan från en tilltänkt volym dagvatten som ska kunna fördröjas och infiltreras genom växtjorden. För att jämföra utgör regnbäddsstråket ungefär 10 % av avrinningsområdet, alltså körfältets yta.

## Utvärdering av utformning och dagvattenstrategi för Backaplan

### Styrkor

Utformningen och dagvattenstrategin bidrar till plats för mycket grönska inom planområdet.

Dagvattensystemet är utformat för en flexibilitet i volym.

Dagvattenstrategin följer mål som presenterats i Göteborgs Stads dagvattenutredning för området.

Dagvattensystemet är utformat så att rening av dagvattnet kan ske i två led.

Omhändertagande av dagvatten är involverat i lokal- och huvudgatans utformning.

### Svagheter

Utformningen och dagvattensystemet innebär att större ytor kommer att kräva skötsel och tillsyn av vegetation än ett dagvattensystem som byggs upp kring ledningssystem och underjordiska lösningar.

Så som förslaget är presenterat i detta arbete kan grönytorna upplevas som ovårdade.

I detta arbete har inte kostnadsaspekten diskuterats, vilket om den tagits i beaktning, skulle kunna påverka vad som faktiskt är realistiskt eller möjligt att göra.

Exempelgatorna för uppströms omhändertagande av dagvatten på lokal- och huvudgatan är inte platsspecifika utan generella förslag.

### Möjligheter

Utformningen och förslagen kan bidra till att öka artrikedomen i stadsdelen.

Göteborgs stad har pekat ut att delar runt Kvillebäcken riskerar att svämmas över vid höga flöden och de är i detta förslag tänkta att fungera som översvämningssytor.

Kvillebäckens kemiska, ekologiska och morfologiska status har möjlighet att förbättras i och med den nya utformningen och dagvattenstrategin.

### Hot

Hur vattnet faktiskt leds från lokal- och huvudgatorna till parkområdet runt Kvillebäcken är enbart redogjort på ett väldigt övergripande plan i detta arbete. Eftersom området är väldigt flackt kan det bli svårt att få till en avledning av dagvatten från lokal- och huvudgata till de nedströms anläggningarna utan att de öppna anläggningarna hamnar för långt ner i marken.

Risk för näringsläckage från växtbäddar och att en ökad halt av näringsämnen kommer med dagvattnet eftersom mer grönska ska implementeras.

Osäkerheten i hur regnbäddsstråket blir som ståndort. Eftersom det enbart är det första vattnet som tillåts att infiltrera genom jorden och vattnet därefter leds direkt till makadamlager under växtjorden finns en risk att växtbädden blir väldigt torr. Det leder till följdfrågan om växtmaterialet är anpassat eller ej.

I den här delen av arbetet förespråkades en simpel konstruktion av dagvattenanläggningar, för att undvika felkonstruktion vid anläggandet. För att undvika att halten näringsämnen i dagvattnet riskerar att öka efter infiltration har en relativt sandig växtjord med låg mullhalt föreslagits för växtbäddar och regnbäddsstråk. Dagvattenstrategin är utformad så att flera reningsprocesser är möjliga och kan komplettera varandra i avsikt typ och storlek på föroreningspartikel, exempelvis sedimentering, filtrering och adsorption. Målsättningen var att utforma ett dagvattensystem som dessutom skulle bidra till grönska och utforma dagvattensystemet så att en flexibilitet i volym vatten skulle vara möjlig.

## Syftes- och frågediskussion

### Tillvägagångssätt för att skapa en hållbar dagvattenhantering

I avsnitt 1 presenterades olika varianter på anläggningar som kan bidra till en hållbar dagvattenhantering där flexibilitet i volym, rening, avledning och fördröjning låg i fokus. Några av dessa varianter utformades och utvecklades därefter för att kunna appliceras i Backaplanområdet i Göteborg, både lokalt i gatumiljö och nedströms i anslutning till Kvillebäcken. Tanken med valet av anläggningar är att de ska kunna komplettera varandra i rening, avledning och fördröjning.

En viktig aspekt i utformningen av dagvattenstrategin var att skapa en flexibilitet i volym dagvatten i dagvattensystemet. På så sätt skapas en dagvattenhantering som kan vara funktionell i ett långsiktigt perspektiv oberoende av vilken mängd nederbörd som kommer att falla i framtiden.

Reningsprocesserna i dagvattensystemet är utformade för att efterlikna naturens processer för att möjliggöra vattenrening. Därför har grönskan och växtbäddarna tillåtits att ta stor plats i gaturummen, både i marknivå och under mark. Detta ökar möjligheten till ett välfungerande samspel mellan vegetation, jord och mikroliv vilket ökar möjligheten till adsorption, filtrering och växtupptag av föroreningar från dagvattnet. Växternas rotsystem bidrar dessutom till att hålla jorden porös. Vegetationen tar upp föroreningar via rotsystemet under vegetationsperioden, vilket resulterar i att reningen av dagvatten via växterna varierar över året. Växtbäddar, infiltrationsytor och diken är alla utformade för att möjliggöra ett långsamt flöde på dagvattnet genom flacka lutningar och dämmen som bromsar upp vattnet, så att bland annat partikelbundna föroreningar kan sedimentera. Ett långsamt flöde bidrar till infiltration, sedimentation och växtupptag av föroreningar. Eftersom vegetationen och växtbäddarna är avgörande för att rena vattnet från föroreningar och påverkar infiltrationen är det relevant att undersöka hur stora volymer vatten som väntas att ledas till varje växtbädd för att vidare kunna specificera rätt arter och växtjord.

I dagvattenstrategin som presenterats i detta arbete är de lokala dagvattenanläggningarna placerade längs med gator som en del av gatumiljön, vilket i det här förslaget har resulterat i platskrävande diken och växtbäddar. I detta arbete valdes att undersöktes hur dagvattenhantering kan ges utrymme på den allmänna platsmarken i gatumiljö. Om dagvattenanläggningarna i stället skulle placerats exempelvis i lågpunkter på vissa platser i området skulle ett helt annat typ av dagvattensystem kunnat utformats.

### Kvillebäckens förutsättningar och möjligheter att ta emot dagvatten från framtida markanvändning.

Ytor runt Kvillebäckens strandkanter riskerar att svämmas över vid höga flöden av nederbörd. I dagvattenstrategin i avsnitt 3 föreslås att stränderna runt bäcken kan omformas så att de på vissa ställen är utformade så att de utan problem kan tillåtas att svämmas över. Enligt beräkningar av Kretslopp och Vatten kommer inte volym dagvatten som rinner till Kvillebäcken att öka nämnvärt i framtiden på grund av mer planerad grönyta i Backaplanområdet som tillåter infiltrering och fördröjning av vatten lokalt (Göteborgs Stad Kretslopp och Vatten, 2018a). Däremot är Kvillebäcken redan idag negativt påverkad av föroreningar från dagvattnet, där fordonstrafik är en av huvudanledningarna till föroreningarna. Därför har det här arbetet prioriterat att undersöka och utforma dagvattenrening i anslutning till körfält för att kunna rena dagvattnet där koncentrationen föroreningar väntas vara hög.

Genom att dagvattnet passerar dagvattenanläggningar är förhoppningen att skapa bättre förutsättningar

för en bättre kemisk status av Kvillebäcken, då dagvattenanläggningarna ska bidra till en reducering av föroreningar i dagvattnet. Den föreslagna växtjorden i växtbäddarna är sandig och relativt mager för att ta hänsyn till Kvillebäckens problem med att en för stor tillförsel av näringsämnen rinner med dagvattnet ut i bäcken.

## Idéförlslag till en hållbar dagvattenhantering Backaplan

Idéförlslaget är baserat på uppströms (lokala) och nedströms (anslutning till Kvillebäcken) lösningar för att omhänderta dagvatten. De lokala lösningarna är uppdelade i två varianter, en växtbädd vars huvudsakliga syfte är att fördröja och avleda dagvattnet samt ett regnbäddsstråk vars huvudfunktion är att rena det mest förorenade vattnet för att sedan avleda dagvattnet. Mest fokus har lagts på dagvattnet från trafikerade vägar, då det är flera funktioner som ska in på en begränsad yta och därmed utmanande att få till tillräcklig yta för att omhänderta dagvatten.

Nedströms har fokus varit både på att rena dagvattnet genom att ge utrymme till stora områden där vattnet kan tillåtas att infiltrera i mark och filtreras av växtmaterial i meandrande diken och fuktvtåmarker. Den presenterade dagvattenhanteringen är inte baserad på ledningar och rördimensioner utan på ytliga dagvattenlösningar vars mål är att möjliggöra en flexibilitet i systemet.

Rening av dagvattnet är även det en viktig aspekt som arbetet berör för att skapa bättre miljöer i och kring recipienten och därmed en viktig del av en hållbar dagvattenhantering, liksom att främja ekologiska och sociala aspekter i dagvattensystemet. Ekologiska aspekter främjas då en stor yta av planområdet ges åt grönska vilket kan möjliggöra en stor variation i växtval. Vegetationen är inte bara viktig då den skapar yta som regnet kan falla på, tar upp vatten via rötter och bidrar till att sänka temperaturen genom skuggning och transpiration. Vegetationen spelar även en central roll i hur dagvattenanläggningarna är utformade, i ett försök att efterlikna naturens sätt att rena vatten. De ekologiska aspekterna går dessutom att utveckla än mer i ett mer detaljerat skede av utformningen och dagvattenstrategin. Exempelvis genom att fördjupa sig i växtval där blomningstid, växter lämpliga för olika nektarsamlare och vegetation med frukt och bär som kan bidra till föda för exempelvis fåglar. Utformningen av exempelvis det meandrande diket och fuktvtåmarkerna är tänkta att skapa en fuktgradient då delar av anläggningarna kommer kunna få grundare delar med stående vatten och andra delar djupare stående vatten, vilket förhoppningsvis kan främja en större artrikedom av växter. De sociala aspekterna främjas i arbetet genom att skapa gaturum där motortrafikens dominans begränsas och där personer kan mötas och vistas. Dessutom kan vegetationen i dagvattenanläggningarna bidra till att få ner skalan på den omkringliggande bebyggelsen. Förutom huvudgatans omhändertagande av dagvatten som är dimensionerat efter det beräknade behovet dagvatten (se bilaga 1 Beräkningar av vattenflöden av och volymen dagvatten som behöver omhändertas) kan de föreslagna dagvattenanläggningarna i dagvattenstrategin möjliggöra fördröjning av dagvattnet både lokalt och nedströms.

Genom att göra mer noggranna beräkningar på vilken volym dagvatten som faktiskt kommer att ledas till respektive växtbädd skulle mer platsspecifika växtjordar och växtmaterial kunna väljas för att öka möjligheten till filtrering och adsorption. I arbetet har enbart en förenkling kring jord- och växtsubstrat diskuterats. Växtjordens mullhalt ska vara så pass hög att vegetationen kan frodas och att ett rikt mikroliv kan möjliggöras, men så pass låg så att ett näringsläckage undviks. Detta kommer att diskuteras mer under rubriken Vidare forskning. För att motverka att dagvattnet infiltrerar för snabbt genom växtjorden motiveras valet att använda en sandig växtjord i växtbäddarna och regnbäddsstråket i lokal- och huvudgatorna. Om det skulle visa sig vid noggrannare beräkningar att dräneringskapaciteten i växtjorden behöver öka kan ett alternativ vara att utforma växtbäddarna på lokal- och huvudgatorna enligt regnbäddsstråkets princip, att enbart det första smutsigaste vattnet, ”första flushen”, infiltrerar i växtjorden och att vattnet som kommer därefter leds till ett makadamlager via kupolbrunn. Ett annat alternativ är att utforma växtbäddarna mer i linje med en traditionell regnbädd och att använda en mer



dränerande jord anpassad för regnbäddar för att öka infiltrationskapaciteten.

Vegetationen längs med Kvillebäckens strandkant, i diken, fuktvåtmarkerna, växtbäddarna och i regnbäddsstråket är tänkt att bidra till reningen av dagvattnet, bland annat via växtupptag av näringsämnen. En risk är att växtmaterial och jordar i växtbäddarna leder till en ökad tillförsel av näringsämnen som leds ut via dagvattnet till Kvillebäcken. Framför allt är risken för näringsläckage extra hög innan vegetationen har etablerat sig i växtbäddar och i parkstråket längst med Kvillebäcken. En annan lösning skulle kunna vara att undersöka möjligheten till mer tekniska lösningar för att reducera näringsämnen, exempelvis fosfor, via speciella filter. Växtbäddarna längst med huvud- och lokalgatorna är utformade så att träd och större vegetation ska ges ordentligt med utrymme för att möjliggöra att en stor volym grönska får utrymme i gaturummen i den slutna kvartersstrukturen. Lokalgatans växtbädd är tänkt att utformas med vegetation i flera skikt för att bidra till en ökad artrikedom men även att vegetationen ska bidra till rening av dagvattnet som leds in i växtbädden. Eftersom dagvattnet som leds in till växtbäddarna längst med huvud- och lokalgatorna ska infiltrera genom växtjorden krävs att jorden är tillräckligt dränerande. För att minska behovet av dräneringskapacitet för växtjorden har målet varit att sprida ut dagvattnet över en större yta växtbädd.

## Skötsel och drift

En ökad andel grönska resulterar i att det blir mer grönyta att sköta. Vegetationen i dagvattenssystemet fyller flera funktioner för Backaplanområdet. Vegetationen fyller en viktig funktion för dagvattenhanteringen och växtbäddarna är en del av dagvattenssystemet, men vegetationen och dagvattenanläggningarna utgör likväl en del av områdets grön- och parkområde och är en del av utformningen av lokal- och huvudgator. I detta arbete har inte kostnaden för att sköta de föreslagna dagvattenanläggningarna och vegetationen diskuterats.

I det här arbetet föreslås ett mindre strikt och mer oordnat uttryck av vegetationen både i park- och gatumiljö. Det tillåter en mer extensiv skötsel. I lokalgatans växtbädd och för dagvattenanläggningarna runt Kvillebäcken kan en vegetation i flera skikt utformas och ges ett vildare uttryck. Genom att undvika att forma växtbäddarna enligt en strikt struktur och i stället låta vegetationen konkurrera och påverka utvecklingen av artsammansättning och spridning skulle eventuellt skötselinsatserna kunna reduceras.

## Diskussion kring avgränsningar under processen

Under arbetsprocessen har en del förenklingar och antaganden gjorts för att avgränsa arbetet. Arbetet har inte tagit nämnvärd hänsyn till detaljplanering och utformning av exempelvis trafiklösningar, markmaterial och placering av träd. Göteborgs stads intentioner att utforma området till en stadsdelspark med sociala funktioner som lek, mötesplats, möjlighet till rekreation och variation i flora och fauna har inte heller getts någon större vikt i det här arbetet. Fokus för utformningen och dagvattenstrategin i det här arbetet har varit en grund för utformning av dagvattenhantering. Plats har getts till spänger, öppna gräsytor, vägar och gångstigar för att tillgängliggöra platsen för besökare, men hur de sociala aspekterna ska vävas in har inte diskuterats i arbetet. Kostnadsaspekter på dagvattenhanteringen har inte heller inkluderats i det här arbetet. Syftet med arbetet har varit att visa på hur dagvatten kan omhändertas i Backaplanområdet med målet att få positiva synergieffekter till stadsmiljön genom att ge plats och utrymme åt dagvattnet.

Utformningen och dagvattenstrategin för Backaplan visar ett övergripande förslag på hur ytan i området kan användas för att omhänderta dagvattnet både uppströms, lokalt där regnet faller och längre nedströms i anslutning till recipienten Kvillebäcken. Hur dagvattnet faktiskt ska ledas från lokal- och huvudgatorna

till dagvattenanläggningarna nedströms vid Kvillebäcken är presenterat i förenklad form. I utformningen och dagvattenstrategin föreslås att dagvattnet ska ledas i makadamstråk längs med gatustrukturen, men eftersom området är flackt behöver dragning och höjdsättning av gator inom området undersökas mer för att se om det är möjligt att få till ett ytligt utlopp från makadamstråken utan att hamna för nära botten av bäcken. Arbetet har utgått från att terrängen har en naturlig lutning mot bäcken. Upplägget på förslaget utgår från ideala förutsättningar och det är därför av vikt att påpeka att fallet för varje gata egentligen borde undersökas för att det ska vara möjligt att leda vattnet i ett makadamstråk i stället för i rör.

Från samtal med medarbetare på Kretslopp och Vatten har det framgått att det ofta blir fel vid anläggandet av dagvattenanläggningar. Därför har arbetet prioriterat konstruktion som är enkla att anlägga<sup>14</sup>. Exempelvis är det inga specialväxtjordar i förslagen och samma typ av jord är tänkt i alla varianter av växtbädd.

Marken i området består till stora delar av utfyllnadsmark och av lera. Marken kan dessutom innehålla föroreningar från tidigare markanvändning (Göteborgs Stad Kretslopp och Vatten, 2018a). Därmed är det osäkert om det är möjligt eller ens lämpligt att dagvattnet tillåts infiltrera till terrassen eller ej. Om marken är förorenad kan det riskera att föroreningar i terrassen läcker ut med dagvattnet. Denna aspekt har inte tagits med i utformningen och förslaget av dagvattenstrategi för detta arbete, men för att arbeta vidare med förslaget och dagvattenstrategin skulle varje plats behöva undersökas innan dagvattenanläggningar implementeras för att avgöra om dagvattenanläggningarna bör utformas med en tät botten eller ej.

## Slutsats och sammanfattning

---

Det här arbetet har föreslagit en övergripande dagvattenstrategi för området runt Kvillebäcken i Göteborg, baserad på en litteraturundersökning av möjliga varianter på dagvattenanläggningar, orsak till föroreningar och hur föroreningar kan reduceras från dagvattnet genom naturliga processer.

I första avsnittet undersöktes olika varianter av dagvattenanläggningar som kan bidra till att rena och fördröja dagvatten. I andra avsnittet av arbetet studerades befintliga förutsättningar samt Göteborgs stads planer på att omvandla industri- och verksamhetsområdet i Backaplan till ett bostadsområde med verksamheter, skolor och kontor för att kunna förhålla sig till befintliga planer. Tredje avsnittet av arbetet tog avstamp i litteraturstudien från avsnitt 1 tillsammans med förutsättningar för området Backaplan som presenterades i avsnitt 2 för att undersöka hur ett övergripande dagvattensystem kan utformas i Backaplanområdet, med målet att skapa bättre förutsättningar för Kvillebäcken som dagvattenrecipient.

Kvillebäcken uppnår i dagsläget ej en godkänd kemisk eller ekologisk status (VISS Vatteninformationssystem Sverige, u.å.) och blir negativt påverkad av föroreningar som riskerar att komma med dagvattnet. Eftersom markanvändningen nu kommer att förändras i samband med att Backaplanområdet förändras och att delar av dagens befintliga hårdgjorda yta kommer att bli grönytor väntas inte volymen dagvatten till bäcken att öka i framtiden. Däremot kan det motiveras, nu när området byggs om, att även implementera dagvattenanläggningar så att dagvattnet kan renas från föroreningar innan det når Kvillebäcken. Därför har rening av dagvattnet varit primärt vid utformningen av dagvattenstrategin.

Genom att ge plats åt vattnet och utforma grunden i området utifrån behovet av den plats som dagvattnet behöver, är målet att sociala mötesplatser, en ökad artrikedom, olika varianter av transportsystem och en ökad resiliens mot klimatförändringar kan främjas i en vidare detaljplanering av området, för att

<sup>14</sup> Personlig kontakt med Jenny Lindh, Kretslopp och Vatten Göteborgs Stad, mars 2021

uppnå en social och ekonomisk hållbarhet för det nya Backaplanområdet. Utformningen och idéerna till dagvattenstrategin kan ses som en stomme för Backaplansområdet som sedan kan utvecklas och utformas för att få in ekologiska och estetiska aspekter till området. Arbetet har lyft vikten av att ge plats åt vatten, trots förtätning och tät stadsbebyggelse, för att skapa långsiktigt fungerade platser där det finns utrymme för en resiliens mot framtida klimatförändringar.

Arbetet och den föreslagna dagvattenstrategin följer trenden med en ändrad syn på vattenhantering. Istället för att hantera dagvatten som en separat del involveras dagvattenhantering i gata och parkmark, detta sker genom att ge plats åt dagvattnet och involvera vattenhanteringen i utformningen av gata och bebyggelse i stället för att se dagvattensystemet som en separat del i stadsutformningen.

## Vidare forskning

---

I arbetet har ett syfte och mål varit att undersöka hur en dagvattenanläggning kan utformas för att rena dagvattnet från föroreningar innan vattnet når recipient. Utformningen av dagvattenanläggningar har utgått från naturliga reningsprocesser av vatten och därmed är vegetationen och växtsubstratet viktiga komponenter för att skapa förutsättningar för filtrering, adsorption, växtupptag och mikroorganismer som kan bryta ner föroreningsämnen. Det skulle vara väldigt intressant att fördjupa sig ytterligare i jordar och konstgjorda växtsubstrat för att undersöka hur reningspotentialen av dagvattnet i naturliga dagvattenanläggningar kan förbättras. Exempelvis att undersöka fraktionsstorlek, porositet, tekniska komponenter som biokol eller pimpsten för att möjliggöra att en så bra reduktion av föroreningar som möjligt möjliggörs. Genom att undersöka olika jordsubstrat utifrån exempelvis möjligheten för ett rikt mikroliv, hur pass välmående vegetationen i bädden är och jordsubstratets filtrerande förmåga, hitta en bra balans mellan jordens dränerande kapacitet, samtidigt som föroreningarna som kommer med dagvattnet som infiltrerar ska ha möjlighet att filtreras och adsorberas bort från vattnet under tiden.

Det vore även intressant att undersöka hur och om det skulle gå att använda sig enbart av näringsfattig växtjord för att reducera risken för näringsläckage från växtjorden. Det vore spännande att undersöka vilken vegetation som kan användas och vilket estetiskt uttryck som kan ges med ett växtval som klarar anspråkslösa ståndorter samt hur reningspotentialen i växtjorden skulle påverkas.

För att öka fokus på rening av dagvattnet skulle det vara intressant att även fördjupa arbetet med olika typer av substrat för att höja reningspotentialen i växtbäddarna och regnbäddsstråket. I detta arbete blev det för omfattande att undersöka och jämföra olika växtsubstrats reningspotential och detta har därmed förenklats så att i avsnitt 3 Utformning och dagvattenstrategi för Backaplan enbart beskriva önskade funktioner av växtjorden. Med det sagt ska det poängteras att växtsubstratet kan påverka hur utformningen av dagvattenanläggningar kan göras och därmed hur reningen av dagvattnet blir. I detta arbete har infiltreringen av dagvattnet spridits ut till en stor yta för att minska behovet av växtjordens dränerande förmåga för att undvika att skapa väldigt torra växtbäddar. Genom att laborera med dränerande och filtrerande förmåga, vattenhållande kapacitet och möjliggöra adsorption av föroreningar kan en mer specificerad växtjord eventuellt komponeras, lämplig för både rening av dagvatten och lämplig för att främja vegetation i stadsmiljö.

En aspekt som skulle behöva undersökas närmare är om regnbäddsstråket riskerar att bli en väldigt torr ståndort eftersom det är en mindre volym växtjord i regnbäddsstråket än i växtbäddarna och att det enbart är de första 10 mm vid ett dimensionerat 10-årsregn som tillåts att infiltrera genom växtjorden. Därefter leds vattnet direkt till makadamlager under jorden. Därför är det föreslagna växtmaterialet (se bilaga 2) valt utifrån att vara torktåligt. Vegetationen i regnbäddsstråket ska inte enbart bidra till att skapa förutsättningar för att rena det inflödande dagvattnet från föroreningar utan även som påpekats tidigare

i arbetet, bidra till att sänka temperaturen i urbana miljöer exempelvis vid värmeböljor (Thorson, 2012). Därför är det viktigt att rätt förutsättningar ges så att vegetationen i regnbäddsstråket kan bli välmående och frodas.

Vid en vidareutveckling av dagvattenstrategin för Backaplan skulle även takytan kunna involveras genom att arbeta med gröna tak. I detta arbete prioriterades att undersöka möjligheten att omhänderta regnvatten i marknivå och därför inkluderas inte takytan för möjlig dagvattenomhändertagning. Gröna tak skulle kunna vara ett bra komplement för att öka tillgänglig yta för dagvattenhantering samt för att öka artrikedomen i området.

Något som inte har tagits upp i det här arbetet är hur rening av mikroplast i dagvattnet kan ske och hur dagvattenanläggningar kan utformas för att fånga upp mikroplaster. Vidare utveckling av dagvattenanläggningar skulle kunna undersöka hur mikroplast kan reduceras från dagvatten lokalt nära källan till utsläppen.

Det är enbart en del av Kvillebäcken som rinner genom området Backaplan och för att förbättra bäckens kemiska status kan insatser längst med andra sträckor av bäcken även behöva undersökas.

För att ytterligare öka aspekten att klimatanpassa dagvattenstrategin och göra området mer motståndskraftigt mot framtida extremväder skulle dagvattensystemet kunna utvecklas för att även kunna lagra vatten. Genom att lagra vatten från perioder då det faller mer nederbörd än vad som avdunstar skulle vegetationen kunna tillgodose sig och ha tillgång till det lagrade vattnet under värmeböljor <sup>15</sup>.

<sup>15</sup> Kent Fridell, föreläsning i kursen Utformning av grönbå infrastruktur 29/1–2021



# Källförteckning

- Andersson J, Choudhary P, Stråe D, & Svensson G. (2015). *PM - Föroreningar i dagvatten från parkeringsplatser*. (2015-0752-B). Water Revival Systems WRS och Stockholm Vatten & Stockholms stad  
[https://www.stockholmvattenochavfall.se/globalassets/dagvatten/pdf/pm\\_fororening\\_ar--parkeringsplatser\\_150910.pdf](https://www.stockholmvattenochavfall.se/globalassets/dagvatten/pdf/pm_fororening_ar--parkeringsplatser_150910.pdf)
- Andersson, L., Bohman, A., van Well, L., Jonsson, A., Persson, G., & Farelus, J. (2015). *Underlag till kontrollstation 2015 för anpassning till ett förändrat klimat*. (Klimatologi, ISSN 1654-2258 ; 12) Norrköping: SMHI <http://smhi.diva-portal.org/smash/record.jsf?pid=diva2%3A948143&dsid=-5855>
- Arias C, Brix H, Hvitved-Jacobsen T, Kristensen K. N, Nielsen H. A, Vollersten J, & Wirum-Andersen T. (2012). Sorption Media for Stormwater Treatment—A Laboratory Evaluation of Five Low-Cost Media for Their Ability to Remove Metals and Phosphorus from Artificial Stormwater. *Water Environmental Research*, 84, Number 7, 605-616.  
doi:10.2175/106143012X13373550426832
- Baker L, Finlay C, Gulliver J, Hozalski R, Keeler B, Klein M, . . . Weiss P. (2020). It Is Not Easy Being Green: Recognizing Unintended Consequences of Green Stormwater Infrastructure. *Water*, 12. doi:10.3390/w12020522
- Bjelkås J, & Lindmark P. (1994). *Föroreningar av mark och vägdagvatten på grund av trafik*. Statens geotekniska institut <http://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:1300334/FULLTEXT01.pdf>
- Blecken G. (2016). *Kunskapssammanställning Dagvattenrening*. Svenskt Vatten Utveckling [https://www.svensktvatten.se/contentassets/979b8e35d47147ff87ef80a1a3c0b999/svu-rapport\\_2016-05.pdf](https://www.svensktvatten.se/contentassets/979b8e35d47147ff87ef80a1a3c0b999/svu-rapport_2016-05.pdf)
- Brisbane City Council. (2006). *Water Sensitive Urban Design Technical Design Guidelines for South East Queensland*. <https://www.brisbane.qld.gov.au/planning-and-building/planning-guidelines-and-tools/brisbane-city-plan-2014/superseded-brisbane-city-plan-2000/superseded-subdivision-and-development-guidelines/water-sensitive-urban-design/engineering-guidelines-superseded>
- Davis P. A, DiBalsi J. C, Ghosh U, & Hough L. (2009). Removal and Fate of Polycyclic Aromatic Hydrocarbon Pollutants in an Urban Stormwater Bioretention Facility. *Environmental Science & Technology*, 43, 494-502. <https://pubs.acs.org/doi/pdf/10.1021/es802090g>
- Det Gamla Göteborg. (2020). En guide till Göteborgs stadsdelar - Tingstadsvass, Ringön och Backaplan. <http://gamlagoteborg.se/2017/09/04/en-guide-till-goteborgs-stadsdelar-tingstadsvass-ringon-och-backaplan/> [nov 2020]
- Echols S. (2007). Artful rainwater design in the urban landscape. *Journal of Green Building*, 2, 103-122.
- Edge. (2020). *Levande gaturum - en handbok i Blågröngrå system*. Version 2 Edge  
<https://bluegreengrey.edges.se/>
- Ellis B, Revitt M, & Scholes L. (2008). A systematic approach for the comparative assessment of stormwater pollutant removal potentials. *Journal of Environmental Management*, 88, 467-478.  
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0301479707000953?via%3Dihub>
- Environmental Services City Of Portland. (Websida uppdaterad 2020). *Stormwater Solutions Handbook*. <https://www.portlandoregon.gov/bes/43110> [nov 2020]
- Fastighetskontoret Göteborgs Stad. (2018). *Ekonomisk förstudie Planprogram Backaplan*. (Dnr 6686/17). goteborg.se: Göteborgs Stad  
[https://www5.goteborg.se/prod/fastighetskontoret/etjanst/planbygg.nsf/vyFiler/Backaplan%20-%20Program%20f%C3%B6r%20Backaplan-Program%20-%20inf%C3%B6r%20godk%C3%A4nnande-Ekonomisk%20f%C3%B6rstudie/\\$File/04.%20Ekonomisk%20f%C3%B6rstudie%20-%20programbilaga%2009.pdf?OpenElement](https://www5.goteborg.se/prod/fastighetskontoret/etjanst/planbygg.nsf/vyFiler/Backaplan%20-%20Program%20f%C3%B6r%20Backaplan-Program%20-%20inf%C3%B6r%20godk%C3%A4nnande-Ekonomisk%20f%C3%B6rstudie/$File/04.%20Ekonomisk%20f%C3%B6rstudie%20-%20programbilaga%2009.pdf?OpenElement)

- Fridell K, & Jergmo F. (2015). Regnbäddar - Biofilter för behandling av dagvatten. *Movium Fakta*, 2. [https://www.movium.slu.se/system/files/news/11238/files/movium\\_fakta\\_2-2015\\_ranbaddar-slutlig.pdf](https://www.movium.slu.se/system/files/news/11238/files/movium_fakta_2-2015_ranbaddar-slutlig.pdf)
- Färm C. (2003). *Rening av dagvatten genom filtrering och sedimentation*. VA-forsk Svenskt Vatten [http://vav.griffel.net/filer/VA-Forsk\\_2003-16.pdf](http://vav.griffel.net/filer/VA-Forsk_2003-16.pdf)
- Föreningen Sveriges Stadsbyggare. (2018). Skyfallens ABC. *Stadsmiljö*, 2. <https://stadsbyggnad.org/kategorier/tidningar-2018/nr-2-2018/>
- Galfi H, Lindh J, Lundborg L, & Polo S. (2019). *ÅTGÄRDSFÖRSLAG FÖR DAGVATTEN Stadens påverkan på recipient och åtgärder mot miljö kvalitetsnormerna för vatten*. Kretslopp och Vatten Göteborgs Stad <https://goteborg.se/wps/wcm/connect/02097d4e-15c8-4d4e-8d4e-1a3140dde9ef/Slutrapport+%C3%85tg%C3%A4rdsf%C3%B6rslag+f%C3%B6r+dagvatten.pdf?MOD=AJPERES>
- GF Konsult AB, & Stadsbyggnadskontoret Distrikt Norr. (2008). *Fördjupad översiktplan för Backaplan del 3 - Miljökonsekvensbeskrivning*. Göteborgs Stad Stadsbyggnadskontoret [https://www5.goteborg.se/prod/fastighetskontoret/etjanst/planbygg.nsf/vyFiler/Backaplan%20-%20Planeringsf%C3%B6ruts%C3%A4ttningar%20f%C3%B6r%20Backaplan-%C3%96versiktsplan%20-%20samr%C3%A5d-Milj%C3%B6konsekvensbeskrivning/\\$File/Miljokonsekvensbeskrivning.pdf?OpenElement](https://www5.goteborg.se/prod/fastighetskontoret/etjanst/planbygg.nsf/vyFiler/Backaplan%20-%20Planeringsf%C3%B6ruts%C3%A4ttningar%20f%C3%B6r%20Backaplan-%C3%96versiktsplan%20-%20samr%C3%A5d-Milj%C3%B6konsekvensbeskrivning/$File/Miljokonsekvensbeskrivning.pdf?OpenElement)
- Gustafsson E-L, Slagstedt J, Stål Ö. (2015). Förstå jorden. I: Sjöman Hm Slagstedt J (red.) *Träd i urbana landskap* (Vol. 1, pp. 541-604). Dimograf, Poland: Studentlitteratur AB Lund.
- Göteborg Stad Kretslopp och Vatten, & Miljöförvaltningen. (2017). *Reningskrav för dagvatten*. Göteborgs Stad <https://goteborg.se/wps/wcm/connect/58de86c4-be7d-421c-b186-2cdccea811c6/Reningskrav+f%C3%B6r+dagvatten+-+G%C3%B6teborgs+Stad+2017-03-02.pdf?MOD=AJPERES>
- Göteborg Stadsbyggnadskontoret. (2018). *PM MKN vattenkvalitet för Kvillebäcken Underlag för bedömning av MKN vatten i arbetet med program för Backaplan.*: Göteborgs Stad
- Göteborgs Hamn AB. (u.å.). Hamnens Historia. <https://www.goteborgshamn.se/om-hamnen/hamnenshistoria/> [3-12-2020]
- Göteborgs Stad. (2017). *Reningskrav för dagvatten*. goteborg.se: Göteborgs Stad <https://goteborg.se/wps/wcm/connect/58de86c4-be7d-421c-b186-2cdccea811c6/Reningskrav+f%C3%B6r+dagvatten+-+G%C3%B6teborgs+Stad+2017-03-02.pdf?MOD=AJPERES>
- Göteborgs Stad. (2019). *PROGRAM FÖR BACKAPLAN INOM STADSDELARNA BACKA, KVILLEGÄCKEN, TUVE, LUNDBY, TINGSTADSVASSEN OCH LUNDBYVASSEN I GÖTEBORG*. (0698/16 ). goteborg.se: Göteborgs Stad [https://www5.goteborg.se/prod/fastighetskontoret/etjanst/planbygg.nsf/vyFiler/Backaplan%20-%20Program%20f%C3%B6r%20Backaplan-Program%20-%20inf%C3%B6r%20godk%C3%A4nnande-Programhandling/\\$File/01.%20Ny\\_Programhandling.pdf?OpenElement](https://www5.goteborg.se/prod/fastighetskontoret/etjanst/planbygg.nsf/vyFiler/Backaplan%20-%20Program%20f%C3%B6r%20Backaplan-Program%20-%20inf%C3%B6r%20godk%C3%A4nnande-Programhandling/$File/01.%20Ny_Programhandling.pdf?OpenElement)
- Göteborgs Stad. (2020, 19 april). Stadsutveckling Göteborg Projekt Backaplan. <https://stadsutveckling.goteborg.se/projekt/backaplan/> [8-9-2020]
- Göteborgs Stad Kretslopp och Vatten. (2019). *Kontrollprogram för recipient*. Göteborgs Stad Kretslopp och Vatten
- Göteborgs Stad Kretslopp och Vatten. (2018a). *Dagvattenutredning Planprogram för bostäder och verksamheter vid Backaplan*. Kretslopp och Vatten Göteborgs Stad [http://www5.goteborg.se/prod/Intraservice/Namndhandlingar/SamrumPortal.nsf/93ec9160f537fa30c12572aa004b6c1a/c12ba8e8f0546060c12582ac004852f8/\\$FILE/15%20Dagvattenutredning%20Backaplan.pdf](http://www5.goteborg.se/prod/Intraservice/Namndhandlingar/SamrumPortal.nsf/93ec9160f537fa30c12572aa004b6c1a/c12ba8e8f0546060c12582ac004852f8/$FILE/15%20Dagvattenutredning%20Backaplan.pdf)
- Göteborgs Stad Kretslopp och Vatten. (2020). *Miljörapport 2019 För avloppsanläggningar anslutna till Ryaverket*. Kretslopp och Vatten
- Göteborgs Stadsmuseum. (2020). Upptäck Hisingnen! [https://studylibsv.com/doc/564770/uppt%C3%A4ck-hisingnen-\[2-12-2020\]](https://studylibsv.com/doc/564770/uppt%C3%A4ck-hisingnen-[2-12-2020])

- Haghighatafshar S. (2019). *Blue-green stormwater systems for citywide flood mitigation Monitoring, conceptualization, modeling, and evaluation*. (Diss). Lund University, Lund.  
[https://portal.research.lu.se/portal/en/publications/bluegreen-stormwater-systems-for-citywide-flood-mitigation\(3a0d53e5-0d4e-485c-bc78-6837a1d35cdb\).html#Overview](https://portal.research.lu.se/portal/en/publications/bluegreen-stormwater-systems-for-citywide-flood-mitigation(3a0d53e5-0d4e-485c-bc78-6837a1d35cdb).html#Overview) (978-91-7422-682-9)
- Helmreich B, Huber M, & Welker A. (2016). Critical review of heavymetal pollution of traffic area runoff: Occurrence, influencing factors, and partitioning. *Science of the Total Environment*, 541, 895-919.  
<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0048969715306938?via%3Dihub>
- Hjerdt N, Malm Renöfalt B, & Nilsson C. (2006). *Restaurering av vattendrag i ett landskapsperspektiv*. (5565). [www.naturvardsverket.se/bokhandeln](http://www.naturvardsverket.se/bokhandeln): Naturvårdsverket  
<https://www.naturvardsverket.se/Documents/publikationer/620-5565-8.pdf>
- Horner R, May C, Shaver E, Skupien J, & Ridley G. (2007). *Fundamentals of Urban Runoff Management: Technical and Institutional Issues*. North American Lake Management Society  
<https://www.uky.edu/WaterResources/FF/Fundamentals%20of%20Urban%20Runoff%20Management%20Horner%202007.pdf>
- Hu S, Huang G, Huang X, Li J, Liu P, Luo H, Luo L, Wang F, Xu R (2009). Total pollution effect of urban surface runoff. *Journal of Environmental Sciences*, 21, 1186-1193.  
<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S100107420862402X>
- Lans, N. (2020). *Dagvatten*. <https://www.naturvardsverket.se/Sa-mar-miljon/Vatten/Avloppsvatten/Dagvatten/> [nov 2020]
- Larm T, & Pirard J. (2010). *Utredning av föroreningsinnehållet i Stockholms dagvatten*. Stockholms Vatten och Avfall:  
[http://www.stockholmvattenochavfall.se/globalassets/dagvatten/pdf/utred\\_fororeningsinnehall.pdf](http://www.stockholmvattenochavfall.se/globalassets/dagvatten/pdf/utred_fororeningsinnehall.pdf)
- Lucke T, & Nichols W.B. P. (2015). The pollution removal and stormwater reduction performance of street-side bioretention basins after ten years in operation. *Science of the Total Environment*, 536, 784-792.  
<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0048969715304848?via%3Dihub>
- Länsstyrelsen Västra Götalands län. (2019). *Regional handlingsplan för grön infrastruktur VÄSTRA GÖTALANDS LÄN*. (2019:21). [www.lansstyrelsen.se](http://www.lansstyrelsen.se): Länsstyrelsen i Västra Götalands län  
<https://www.lansstyrelsen.se/download/18.4dc15f2816a53b76de76508/1556785668566/2019-21.pdf>
- Marsalek J, Müller A, Viklander M, & Österlund H. (2020). The pollution conveyed by urban runoff: A review of sources. *Science of the Total Environment*, 709, 1-18.  
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0048969719361212?via%3Dihub>
- Miljöförvaltningen Göteborgs Stad. (2018). *God vattenstatus i Göteborg - nulägesbeskrivning, analys och förslag inför fortsatt arbete*. Göteborgs Stad  
[https://goteborg.se/wps/wcm/connect/6b1780e0-baa0-47f1-8b32-313a3856c737/N800\\_R\\_2018\\_14+God+vattenstatus+i+G%C3%B6teborg.pdf?MOD=AJPERES](https://goteborg.se/wps/wcm/connect/6b1780e0-baa0-47f1-8b32-313a3856c737/N800_R_2018_14+God+vattenstatus+i+G%C3%B6teborg.pdf?MOD=AJPERES)
- Miljöförvaltningen Stockholms Stad. (2018). *Tillsynsutredning för dagvatten i Stockholms Stad*. Stockholm Stad <https://insynsverige.se/documentHandler.ashx?did=1951566>
- Miljösamverken Västra Götaland. (2014). *Handläggargstöd om dagvatten*. Västra Götaland Retrieved from <http://www.miljosamverkan.se/SiteCollectionDocuments/Publikationer/2014/2014-handlaggarstod-om-dagvatten.pdf>
- Naturvårdsverket. (2017a). *Analys av kunskapsläget för dagvattenproblematiken*. (NV-08972-16). [www.naturvardsverket.se](http://www.naturvardsverket.se): Naturvårdsverket  
<https://www.naturvardsverket.se/upload/miljoarbete-i-samhallet/miljoarbete-i-sverige/regeringsuppdrag/2017/analys-kunskapslaget-dagvattenproblematiken.pdf>
- Naturvårdsverket. (2017b). *Föreningar i dagvatten*. Naturvårdsverket  
<https://naturvardsverket.se/upload/miljoarbete-i-samhallet/miljoarbete-i-sverige/regeringsuppdrag/2017/Foreningar-i-dagvatten.pdf>

- Naturvårdsverket. (2019a). *Bilaga 1 - Dagvattenhanteringen idag (Regeringsuppdrag att föreslå etappmål om dagvatten)*. (NV-08865-17). Naturvårdsverket  
<https://www.naturvardsverket.se/upload/miljoarbete-i-samhall/miljoarbete-i-sverige/regeringsuppdrag/2019/bilaga-1-dagvattenhanteringen-idag.pdf>
- Naturvårdsverket. (2019b). *Regeringsuppdrag att föreslå etappmål om dagvatten*. (NV-08865-17). Naturvårdsverket  
<https://www.naturvardsverket.se/upload/miljoarbete-i-samhall/miljoarbete-i-sverige/regeringsuppdrag/2019/redovisning-ru-etappmal-for-dagvatten-skrivelse.pdf>
- Park- och Naturförvaltningen. (2014). *Göteborg Grönstrategi för en tät och grön stad*. (Dnr 0480/11). Göteborgs Stad Park och Natur  
<https://goteborg.se/wps/portal/start/kommun-politik/kommunens-organisation/forvaltningar/forvaltningar/park-och-naturforvaltningen/vara-verksamheter/gronstrategi-for-en-tat-och-gron-stad?uri=gbglnk%3A201632615153237>
- Park- och Naturförvaltningen i Göteborg. (2018). *Inventering av knölnate i nedre delen av Kvillebäcken 2018*. (2018:1). goteborg.se: Park-och Naturförvaltningen Göteborgs Stad  
[https://goteborg.se/wps/wcm/connect/01f8aba3-1694-4dcf-a987-fd75426b34d2/Rapport\\_inventering+av+kn%C3%B6lnate.pdf?MOD=AJPERES](https://goteborg.se/wps/wcm/connect/01f8aba3-1694-4dcf-a987-fd75426b34d2/Rapport_inventering+av+kn%C3%B6lnate.pdf?MOD=AJPERES)
- Persson J. (1997). *Utformning av dammar: En litteraturstudie med kommentarer om dagvatten-, polerings- och miljödamm*. <https://research.chalmers.se/publication/505195>
- Radar Arkitekter. (2017). *Backaplan: Fördjupade Studier*. (Dnr 0698/16). Göteborgs Stad  
[https://www5.goteborg.se/prod/fastighetskontoret/etjanst/planbygg.nsf/vyFiler/Backaplan%20-%20Program%20f%C3%B6r%20Backaplan-Program%20-%20samr%C3%A5d-f%C3%B6rdjupade%20studier/\\$File/04%20Backaplan%20F%C3%B6rdjupade%20studier%20\(2017\).pdf?OpenElement](https://www5.goteborg.se/prod/fastighetskontoret/etjanst/planbygg.nsf/vyFiler/Backaplan%20-%20Program%20f%C3%B6r%20Backaplan-Program%20-%20samr%C3%A5d-f%C3%B6rdjupade%20studier/$File/04%20Backaplan%20F%C3%B6rdjupade%20studier%20(2017).pdf?OpenElement)
- Sjöman H, & Wahlsteen E. (2009). *Tåliga perenner för hårdgjorda stadsmiljöer*. Gröna Fakta:  
<https://www.movium.slu.se/system/files/news/7555/files/Fakta2009-8.pdf>
- Stockholm Vatten och Avfall. (2017a). *Översvämningsytor/torra dammar*. Stockholm Vatten och Avfall  
<https://www.stockholmvattenochavfall.se/dagvatten/tekniska-losningar2/anlaggningar-stadens-allmanplats/oppna-anlaggningar/#!/overdamningsytor>
- Stockholm Vatten och Avfall. (2017b). *Svackdike*. Stockholm Vatten och Avfall  
<https://www.stockholmvattenochavfall.se/dagvatten/tekniska-losningar2/anlaggningar-for-kvartersmark/i-mark/#!/svackdike>
- Stockholm Vatten och Avfall. (2017c). *Makadamdike*. Stockholm Vatten och Avfall  
<https://www.stockholmvattenochavfall.se/dagvatten/tekniska-losningar2/anlaggningar-for-kvartersmark/i-mark/#!/makadamdike>
- Svensk Markbetong. (2019). *Fördrojning av dagvatten med dränerande markstensbeläggning*. Svensk Markbetong  
[https://www.svenskmarkbetong.se/media/nwyeolzp/svensk\\_markbetong\\_handbok\\_dranerande\\_konstruktioner\\_180x255\\_webb\\_200330.pdf](https://www.svenskmarkbetong.se/media/nwyeolzp/svensk_markbetong_handbok_dranerande_konstruktioner_180x255_webb_200330.pdf)
- Svenska Geotekniska Föreningen. (2020, 12 februari). Åtgärdsportalen SGF Fytosanering.  
<https://atgardsportalen.se/metoder/jord/in-situ/fytosanering/fytosanering-fordjupn> [23-11-2020]
- Svenskt Vatten. (2007). *Klimatförändringarnas inverkan på allmänna avloppssystem Underlagsrapport till Klimat- och sårbarhetsutredningen*. (1651-6893). Svenskt Vatten AB  
<https://www.svensktvatten.se/globalassets/dricksvatten/ravatten/m134.pdf>
- Svenskt Vatten. (2011). *Hållbar dag- och dränvattenhantering. Publikation P105*. (1651-4947).
- Svenskt Vatten. (2016). *Avledning av dag-, drän och spillvatten. Publikation P110*.
- Svenskt Vatten. (2019). *Hållbar dagvattenhantering*.  
<https://www.svensktvatten.se/vattentjanster/rornat-och-klimat/klimat-och-dagvatten/avledning-av-spill--dran--och-dagvatten-p110/> [6 jan 2021]
- Sveriges geologiska undersökning. (2020). *Kartvisare Jordarter* [1 dec 2020].  
<https://apps.sgu.se/kartvisare/kartvisare-jordarter-25-100.html>



Thorsson S. (2012). *Stadsklimatet Åtgärder för att sänka temperaturen i bebyggda områden* (ISSN 1650-1942). Göteborgs Universitet, Totalförsvarets forskningsinstitution  
<http://miljobarometern.stockholm.se/content/docs/tema/klimat/varme/%C3%85tg%C3%A4rder-f%C3%B6r-att-s%C3%A4nka-temperaturen-i-bebyggda%20omr%C3%A5den-FOI-rapport-2012.pdf>

VA-guiden. (u.å.). Dagvattenanläggningar Överdämningsytor.  
<https://vaguiden.se/dagvatten/dagvattenanlaggningar/overdamningsytor/> [28-10-2020]

VA-guiden AB. (2016, 15 september). Att tänka på vid utformning av dagvattendammar.  
<https://www.youtube.com/watch?v=JGtfESoiKzA> [28-10-2020]

Vattenmyndigheterna. (u.å.). Vattenmyndigheternas uppdrag.  
<https://www.vattenmyndigheterna.se/om-vattenmyndigheterna/vattenmyndigheternas-uppdrag.html> [7-10-2020]

VISS Länsstyrelsen. (u.å.). VISS-Hjälp. <http://extra.lansstyrelsen.se/viss/Sv/detta-beskrivs-i-viss/statusklassning/ekologisk-statuspotential/hydro-kvalitetsfaktorer-ny/Pages/morf-forhallanden.aspx> [18-9-2020]

VISS Vatteninformationssystem Sverige. (u.å.). Kvillebäcken.  
<https://viss.lansstyrelsen.se/Waters.aspx?waterMSCD=WA95875860> [17-9-2020]

ÅF Infrastructure AB. (2015). *Föroreningsberäkningar tillhörande Detaljplan för Gator i Backaplan*.  
[https://www5.goteborg.se/prod/fastighetskontoret/etjanst/planbygg.nsf/vyFiler/Backaplan%20-%20detaljplan%200%3A%20Gator%20inom%20Backaplan-Plan%20-%20inf%C3%B6r%20antagande-F%C3%B6roreningsber%C3%A4kningar%20dagvatten/\\$File/11.%20F%C3%B6roreningsber%C3%A4kningar%20dagvatten.pdf?OpenElement](https://www5.goteborg.se/prod/fastighetskontoret/etjanst/planbygg.nsf/vyFiler/Backaplan%20-%20detaljplan%200%3A%20Gator%20inom%20Backaplan-Plan%20-%20inf%C3%B6r%20antagande-F%C3%B6roreningsber%C3%A4kningar%20dagvatten/$File/11.%20F%C3%B6roreningsber%C3%A4kningar%20dagvatten.pdf?OpenElement)

Kartmaterialet kommer från Lantmäteriets KartSök

Lantmäteriet (2021) *Göteborg*. Ortofot Lantmäteriet Kartsök och ortnamn  
<https://minkarta.lantmateriet.se/> nedladdad [23-03-2020]

# Bilagor

## Beräkningar av vattenflöden och volymen dagvatten som behöver omhändertas

Eftersom det inte finns en slutgiltig detaljplan och illustrationsplanerna över det tänka Backaplanområdet är relativt översiktliga ligger inte den framtida markanvändningen till grund för de översiktliga beräkningarna av dagvattenflöden i området. I stället utgår beräkningarna från befintlig markanvändning.

I rapporten *Dagvattenutredning Göteborgs Stad Kretslopp och Vatten* (2018a) framgår att det inte kommer att bli en speciellt stor skillnad i volym dagvatten som kommer att ledas till Kvillebäcken innan och efter stadsutvecklingsprojektet. Detta för att mer grönyta kommer implementeras i Backaplanområdet (ytor som idag till stora delar är hårdgjord asfaltsyta) och för att dagvattensystemet byggs ut (Göteborg Stadsbyggnadskontoret, 2018). Utifrån detta görs antagandet att det går att göra översiktliga beräkningar på dagvattenflöde utifrån befintlig markanvändning i Backaplanområdet.

Beräkningarna är därför gjorda enligt

1. Avrinningskoefficient för Backaplan är uträknat utifrån Östra Kvillebäckens tidigare markanvändning.
2. Genom rationella metoden räkna fram ett uppskattat flöde, applicerat på ett exempel på huvudgata och lokalgata i området.
3. En dimensionerad (men ungefärlig) volym kan beräknas för området. Utifrån volymen som omhändertas i gaturummen och den totala volymen för området kan en uppskattning på dimension och utformning för nedströms dagvattenanläggningar göras.

För att få ut en avrinningskoefficient för Backaplan-området har uppmätta ytor från Östra Kvillebäcken använts. Östra Kvillebäcken var likt Backaplan mer industri- och verksamhetsområde innan en stadsutveckling av området genomfördes. Baserat på detta görs en uppskattning att samma markförhållanden även kan gälla för området Backaplan.

Eftersom markförhållandena för Backaplanområdet och Östra Kvillebäcken är liknande görs en förenkling att den avrinningskoefficient som går att räkna fram för tidigare markanvändning av Östra Kvillebäcken går att applicera för befintliga avrinningskoefficienten för Backaplan.

Ytfördelningen i tabell 1 är baserad på Dagvattenutredning (Göteborgs Stad Kretslopp och Vatten, 2018a). Formel för sammanvägd avrinningskoefficient är  $(\text{Area}(x) * \varphi(x)) + (\text{Area}(y) * \varphi(y)) / (\text{A}(x) + \text{A}(y))$

Tabell 1. Avrinningskoefficient för området Backaplan, baserat på tidigare markanvändning i området Östra Kvillebäcken. Typ av yta och area är hämtat från Dagvattenutredning Göteborgs Stad, 2018a s. 23 tabell 4.

typ av yta	area (ha)	avrinningskoefficient $\varphi$ (baserat på P110 Tabell 4.8)	area * $\varphi$	sammanvägd avrinningskoefficient
väg	7,25	0,8	5,8	-
parkering	13,6	0,8	10,88	-
takyta	15,46	0,9	13,914	-
större parkeringsanläggning och terminalområde	3,9	0,8	3,12	-
blandat grönområde	5,2	0,1	0,52	-
grusyta	1,9	0,2	0,38	-
<b>TOTAL</b>	<b>47,31</b>	<b>-</b>	<b>34,614</b>	<b>0,7</b>

Avrinningskoefficienter är tagna från Svenskt Vatten *Avledning av dag-, drän och spillvatten. Publikation P110* (2016). Utifrån Östra Kvillebäckens markanvändning ger det området en sammanslagen avrinningskoefficient **0,7**, vilken även appliceras som avrinningskoefficient på Backaplan.

Rationella metoden bör användas för att få ut en dimensionerande volym för områden som inte är alltför stora. Backaplansområdet är 52 ha och då dessa uträkningar är ungefärliga och baserade på uppskattningar används ändå rationella metoden för beräkningar för hela Backaplansområdet.

Rationella metoden, för att få fram ett dimensionerat flöde

$$Q = \varphi \times A \times i(tr) \times fc$$

Q = dimensionerat flöde (l/s)

$\varphi$ =avrinningskoefficient

A=area ha

i(tr)=regnintensitet för en specifik regnvaraktighet (l/s\*ha)

fc=klimatfaktor (fc sätts till 1,25 (Svenskt Vatten, 2016))

i(tr) utgår från ett dimensionerat 10-årsregn med varaktighet 10 minuter, 228 l/s\*ha

Ett 10-årsregn med 10 års återkomsttid valdes då den volymen som då faller är VA-huvudmannens ansvar att omhänderta och dimensionera rörledningssystem för i centrumbebyggelse (Svenskt Vatten, 2016).

Ger en dimensionerad volym:

$$Q = 0,7 \times 52 \text{ ha} \times 228 \text{ l/(s*ha)} \times 1,25$$

$$Q = 10\,374 \text{ l/s vilket ger } \approx \text{m}^3/\text{s}$$

Det blir en dimensionerande volym på ca **10 m<sup>3</sup>/s**.

Tillrinningsvolym för Backaplansområdet

$$V_{in} = Q_{dim} \times tr$$

$V_{in}$  = tillrinningsvolym l

$Q_{dim}$  = dimensionerande toppflöde l/s

tr = regnvaraktighet s

Ger en tillrinningsvolym:

$$V_{in} = 10\,374 \text{ l/s} \times 10 \times 60 \text{ s} = 6\,224\,400 \text{ l, vilket ger en ungefärlig volym } \mathbf{6\,000 \text{ m}^3}$$

Den här beräkningen är gjord trots att ingen rinntid för vattnet är uträknad, då det är ungefärliga beräkningar som presenteras i detta arbete.

En ungefärlig tillrinningsvolym på **6 000 m<sup>3</sup>** kan rinna till dagvattenrecipienten Kvillebäcken vid ett dimensionerat 10-årsregn med 10 minuters varaktighet.

## Dimensionerat flöde för huvudgata

$$Q = \varphi \times A \times i(tr) \times fc$$

$\varphi$ =avrinningskoefficient, 0,7

Area= 300 m \* 50 m = 1,5 ha

$i(tr)$  utgår från ett dimensionerat 10-årsregn med varaktighet 10 minuter, 228 l/s\*ha

$fc$ =klimatfaktor, 1,25

$$Q=0,7*1,5 \text{ ha}*228 \text{ l/s*ha}*1,25$$

$Q=299 \text{ l/s}$  vilket är ungefär 300 l/s, alltså 0,3 m<sup>3</sup>/s

Tillrinningsvolym

$$V_{in} = Q_{dim} \times tr$$

$V_{in}$ = tillrinningsvolym l

$Q_{dim}$  = dimensionerande toppflöde l/s

$tr$  = regnvaraktighet, s

Ger en tillrinningsvolym

$$V_{in} = 0,3 \text{ m}^3/\text{s} \times 10*60 \text{ s} = 180 \text{ m}^3$$

Tillrinningsvolym för huvudgata, exempelgata. Måtten 300 m \* 50 m är uppskattade mått på från hur stor yta som dagvatten kan behöva omhändertas från inom huvudgatans område.

Utifrån Program för Backaplan Göteborgs Stad (2019b) har en uppskattning av längden huvudgata gjorts. Utifrån beräkningarna för tillrinningsvolym för huvudgata kan det väntas tillrinna en volym på 2100 m<sup>3</sup> på områdets huvudgator.



Tillrinningsvolym för lokalgata, exempelgata. Måtten 200 m \* 35 m är uppskattade mått på från hur stor yta som dagvatten kan behöva omhändertas från inom huvudgatans område.

#### Dimensionerat flöde för lokalgata

$$Q = \varphi \times A \times i(tr) \times fc$$

$\varphi$ =avrinningskoefficient, 0,7

Area= 200 m \* 35 m = 0,7 ha

$i(tr)$  utgår från ett dimensionerat 10-årsregn med varaktighet 10 minuter, 228 l/s\*ha

$fc$ =klimatfaktor, 1,25

$$Q = 0,7 * 0,7 \text{ ha} * 228 \text{ l/s*ha} * 1,25$$

$$Q = 139,65 \text{ l/s vilket är ungefär } 140 \text{ l/s, alltså } 0,14 \text{ m}^3/\text{s}$$

Tillrinningsvolym

$$V_{in} = Q_{dim} * tr$$

$V_{in}$ = tillrinningsvolym l

$Q_{dim}$  = dimensionerande toppflöde l/s

$tr$  = regnvaraktighet, s

Ger en tillrinningsvolym

$$V_{in} = 0,14 \text{ m}^3/\text{s} * 10 * 60 \text{ s} = 84 \text{ m}^3$$

Samma antagande som för huvudgator är även gjort på lokalgator och Utifrån Program för Backaplan Göteborgs Stad (2019b) har en uppskattning av längden lokalgata gjorts.

Utifrån beräkningarna för tillrinningsvolym för lokalgata kan det väntas tillrinna en volym på 1150 m<sup>3</sup> på områdets lokalgator.

Totalt beräknas en tillrinningsvolym på **6 000 m<sup>3</sup>** för området Backaplan.

Antagande görs att större andelen av vattnet som faller på lokal- och huvudgator omhändertas lokalt blir det motsvarade ungefär hälften av vattnet som faller i området. I dessa beräkningar har inga antagandens gjorts utifrån den nederbörd som faller på bostadsgårdar, lokalparker och grönytor, men på dessa ytor kommer också dagvatten att kunna omhändertas.

I detta arbete undersöks primärt hur dagvatten kan omhändertas lokalt och nedströms utifrån rening. Därför kommer utformningsförslagen att rikta in sig på huvudgata, lokalgata och parkområde nedströms längst med Kvillebäcken.

## Mått och beräkningar för volym på huvudgata

Huvudgatorna är tänkta att vara ungefär 27 m breda. Huvudgatorna ska rymma både gång- och cykelbana, kollektivtrafik (buss eller spårväg eller både och) samt biltrafik. Dessutom är cykelbanorna breda då vissa av huvudgatorna kommer att vara viktiga cykelleder (Göteborgs Stad, 2019).

I detta arbete har inga detaljer för utformning av exempelvis spårväg eller kollektivtrafik gjorts, utan utformningen av cykelbanor, körfält med mera har mest gjorts för att se hur mycket plats som skulle kunna ges till dagvattenhantering.

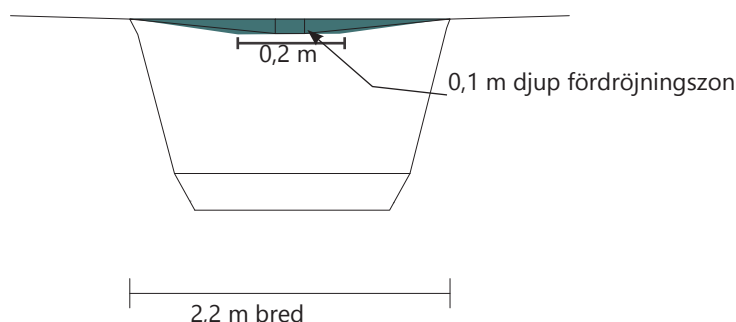
Mått för huvudgata:

- Körfält 3,5 m
- Cykelbana 4 m
- Gångbana 1,5 m

180 m<sup>3</sup> ska omhändertas inom exempelgatan som är 300 m lång. En del av den omkringliggande kvartersmarken räknas även in i det som behöver omhändertas i exempelgatan. En bredd på 50 m totalt är inräknad.

Två olika typer av växtbäddar är utformade för huvudgatan.

1. Växtbädd längst med cykelbana (på båda sidor av gata). 150 m lång längst med varje sida. Bädden är 2,2 m bred och har en fördröjningszon ovan mark som är 0,1 m djup.



**Bild 1. Skiss över fördröjningszon, växtbädd på huvudgata.**

Botten av fördröjningszonen är 0,2 m bred.

Det ger bädden en tvärsnittsarea på:

$$A = (0,2 * 0,1) + ((1 * 0,1) / 2) * 2 \rightarrow A = 0,3 \text{ m}^2$$

$$0,3 \text{ m}^2 * 150 \text{ m} = 45 \text{ m}^3$$

Det ger en fördröjningsvolym på 45 m<sup>3</sup> per gatusida, alltså totalt 90 m<sup>3</sup> för växtbäddarna längst med cykelbanorna.

Tanken är att vattnet kan infiltrera genom jord och ledas undan i ett makadamstråk.

Växtbäddsjorden är ca 1 m djup, detta för att ge tillräckligt med plats åt träd i bäddarna.

Växtbäddsjorden är tänkt att vara ungefär en AMA B-jord, alltså relativt dränerande.

Träd placeras med ca 7 m c-c-avstånd för att ge träd den växtbäddsvolym som behövs. 2,2 m \* 7 m \* 1 m vilket ger ungefär 16 m<sup>3</sup>/träd.

Trädbädden längst med cykelbanan är utformad för att ge en liten fördröjning av dagvatten utmed en stor yta för att möjliggöra infiltrering i växtjorden utan att växtbädden ska behöva vara extremt genomsläpplig. Vattnet som leds till bäddarna kommer främst från tak och gång- och cykelbanan.

Vattnet infiltrerar till ett makadamstråk under bädden och leds via det stråket vidare mot nedströms dagvattenanläggningar.

Det finns bräddbrunnar i växtbäddarna för de tillfällen då det kommer väldigt höga flöden. Vattnet leds via kupolbrunn direkt till en dagvattenledning.

2) I mitten av huvudgatan är ett regnbäddsstråk placerat. Den primära funktionen för regnbäddsstråket är att rena det första vattnet som faller och rinner till regnbäddsstråket. Det första vattnet, i detta arbete utgått från de första 10 mm som faller, ska ges möjlighet att infiltrera genom växtjorden och därmed ges möjlighet till att kunna renas från föroreningar. Vattnet som kommer efter de första 10 mm ska ledas ner i ett makadamlager (likt en fördröjningszon under växtbäddsjorden). Den här utformningen är tänkt för att reducera risken för näringsläckage från växtbäddsjorden och är enbart dimensionerad så att det smutsigaste vattnet infiltrerar genom jorden.

Generellt är huvudgatan utformad med 2 körfält som är 3,5 m breda, alltså 7 m breda körfält totalt.

$7 \text{ m} * 300 \text{ m} = 2100 \text{ m}^2$  vägyta.

2100 m<sup>2</sup> vägyta och de första 10 mm regn ska omhändertas.

$2100 \text{ m}^2 * 0,01 \text{ m} = 21 \text{ m}^3$

21 m<sup>3</sup> dagvatten ska omhändertas i fördröjningszonen ovan mark i regnbäddsstråket. Fördröjningszonen ovan mark är alltså dimensionerad för att den här volymen regn ska kunna omhändertas här för att sedan infiltrera och kunna renas.

En uppskattning är att det är rimligt att detta regnbäddsstråk kan vara 100 m långt (för att ge plats åt andra funktioner som också behöver utrymme längst med huvudgatan).

Regnbäddsstråket är 2,2 m brett. Utanför regnbäddsstråket är först en rännal som är tänkt att samla vattnet innan det leds in till regnbäddsstråket. Rännalen är 0,3 m bred. Utanför rännalen är en plattbelagd remsa som är 0,5 m bred för att underlätta vid skötsel av regnbäddsstråket mitt i gatan. Det gör att man enklare kan arbeta i bädden och vara 0,8 m ifrån körfältet.

Regnbäddsstråkets dimensioner är alltså:

2,2 m bred, 100 m lång och fördröjningsytan är 0,09 m djup. Växtbäddsjorden är 0,5 m djup.

Vattnet som kommer efter de 10 första 10 mm leds via kupolbrunn ner till makadamlagret under fördröjningszonen.

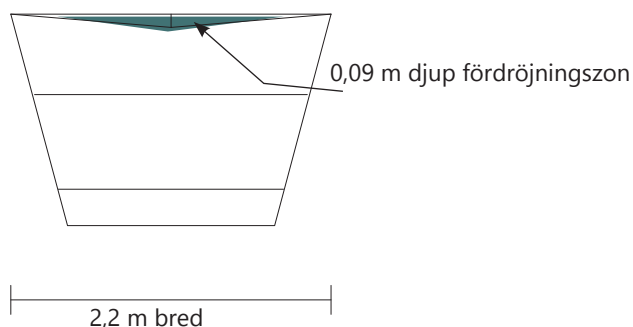


Bild 2. Skiss över fördröjningszon, regnbäddsstråk på huvudgata.

69 m<sup>3</sup> vatten leds till fördröjningszonen under växtbädden. Den primära funktionen av fördröjningszonen under växtjorden är att fördröjning och avledning av dagvattnet.

Makadamlagrets dimensioner:

Tvärsnittsarean för makadamlagret är ungefär:

$$A = (1,4 \text{ m} * 0,9 \text{ m}) + ((0,9 \text{ m} * 0,2 \text{ m}/2)) * 2 \rightarrow 1,44 \text{ m}^2$$

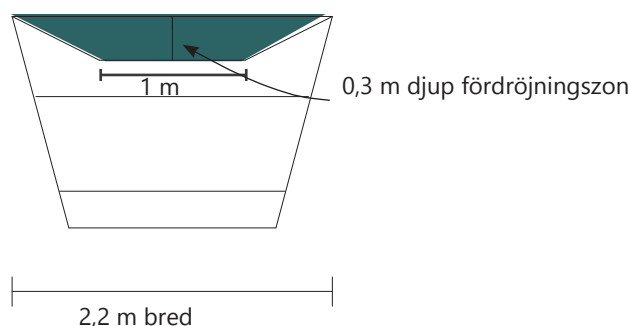
100 meter lång växtbädd ger  $1,44 \text{ m}^2 * 100 \text{ m} = 144 \text{ m}^3$

Med en porositet på 30 % ger det en tillgänglig vattenvolym på 48 m<sup>3</sup> i makadamlagret.

Totalt behöver 69 m<sup>3</sup> omhändertas i regnbäddsstråket (utöver de första 21 m<sup>3</sup> som motsvarar de första 10 mm regn). Alltså krävs att 21 m<sup>3</sup> fördröjs lokalt i en djupare fördröjningszon ovan mark.

$$A = ((0,3 \text{ m djup fördröjningszon} * 0,55)/2) + (1 * 0,3) = 0,465 \text{ m}^2$$

$$0,465 \text{ m}^2 * 45 \text{ m} = 21 \text{ m}^3$$



*Bild 3. Skiss över regnbäddsstråk på huvudgata där en djupare fördröjningszon krävs.*

## Mått och beräkningar för volym på lokalgata

Lokalgatan är ungefär 14–15 m bred och hastigheten på den ska vara låg. Cyklar hänvisas till bilarnas körfält, då det är en låg hastighet på gatan.

- Körfält 5,5 m
- Gångbana 1,5 m
- Växtbädd 6 m, totalt ca 130 m lång.

Det gör att mycket yta kan användas för dagvattenhantering, som dessutom kan bidra till grönska på gatorna. En växtbädd med vegetation i flera skikt är tänkt.

84 m<sup>3</sup> dagvatten ska omhändertas på exempelgatan, som är 200 m lång. En del av den omkringliggande kvartersmarken räknas även in i det som behöver omhändertas inom ytan för exempelgatan. Detta ger en bredd på upptagningsområdet, som inklusive, kvartersmark, körfält, trottoarer och växtbäddar i snitt är 35 m brett.

Växtjorden är 1 m djup och makadamstråket 0,5 m djupt. Det gör att det blir en viss överdimensionering och mer vatten än 84 m<sup>3</sup> som kan omhändertas i lokalgatan.

Makadamlager under växtjord:

$$3,6 \text{ m brett} * 0,5 \text{ m} = 1,8 \text{ m}^2$$

30 % porositet (tillgänglig yta för vatten).

Per längdmeter i gatan:

$$1,8 \text{ m}^2 * 0,3 \text{ m} = 0,54 \text{ m}^3$$

→ Ger alltså en fördröjande volym på 0,54 m<sup>3</sup> / meter.



$$\rightarrow 130 \text{ m växtbädd} * 0,54 \text{ m}^3 = 70 \text{ m}^3$$

Som uträkning ovan visar kan 70 m<sup>3</sup> omhändertas i makadamstråket, och därför är lokalgatans vattenomhändertagande förmåga överdimensionerad (kan omhänderta en större volym än de beräknade 84 m<sup>3</sup>)

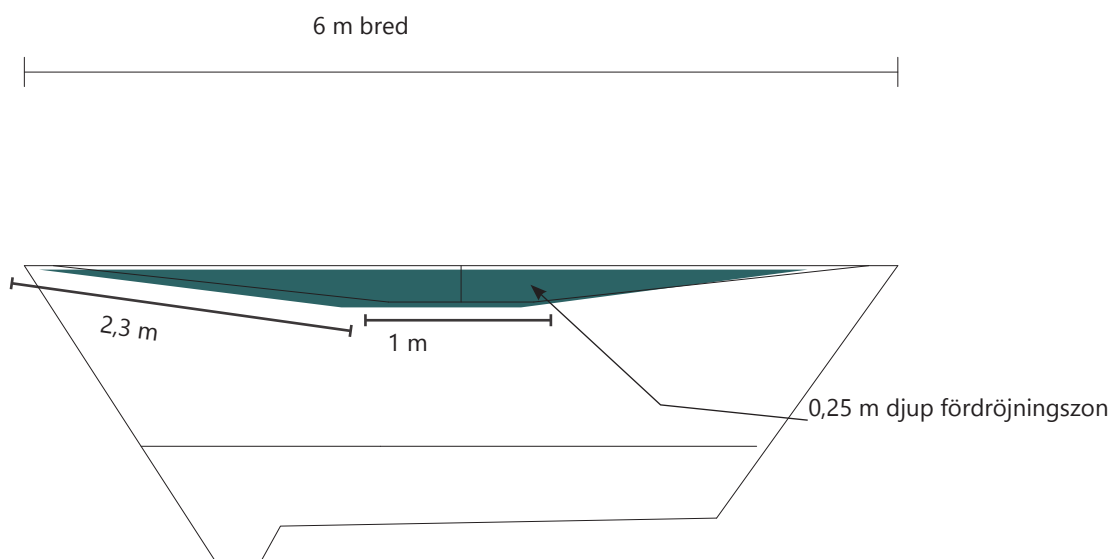
Genom att ändra måtten på växtbädden skulle antagligen en volym mer i linje med behovet, på 84 m<sup>3</sup>, kunna utformas. Detta har dock inte undersökts mer i detta arbete utan dessa dimensioner är de som visas i förslaget för dagvattenstrategi.

Fördröjningsvolym ovanför växtjorden:

Exempel på tvärsnittsarea av dike i växtbädd:

Djup 0,25 m, 1 m horisontell botten av dike, diket sluttar utmed en längd på 2,3 m.

- Växtbädd 6 m bred
- 1 m plan botten i dike
- Botten 2,3 m som sluttar mot dikesbotten.
- 0,25 m djup



*Bild 4. Skiss över fördröjningszon, växtbädd på lokalgata.*

Ger en tvärsnittsarea 1,075 m<sup>2</sup>. Diket utformas meanderande så denna tvärsnittsarea är där diket är som djupast.

Uppskattar att 50 m \* 0,25 m djup = 53 m<sup>3</sup>.

Diket är totalt 130 m långt, alltså kan delar av diket vara grundare och den totala volymen på 84 m<sup>3</sup> kommer ändå att kunna omhändertas i det meanderande diket i växtbädden.

## Mått och beräkningar för volym park runt Kvillebäcken

Parkområdet runt Kvillebäcken är tänkt att kunna omhänderta dagvatten nedströms. Dagvattnet ansamlas och kan renas och fördröjas i ett andra steg i Backaplanområdets dagvattenstrategi.

Beräkningarna runt parken är mer förenklade och baserade på uppskattningar än beräkningar som för lokal- och huvudgata.

Sektionerna (tvärsnittsarean för dike och skålförmade delar som kan omhänderta vatten i området runt Kvillebäcken skiljer sig, i snitt ca  $1\text{ m}^2$ –  $4\text{ m}^2$  i tvärsnittsarea.

Exempelvis:  $0,5\text{ m} \times 1,3\text{ m}$  (för en halv dikessektion) ger tvärsnittsarean  $0,65\text{ m}^2$  för ett halvt dike, alltså en tvärsnittsarea på  $1,3\text{ m}^2$  för hela dikessektionen.

Ett exempel på tvärsnittsarean för diket är alltså  $1,3\text{ m}^2$ .

Väldigt stora delar har en betydligt bredare bas i dikessektionen, exempelvis 5 – 10 m breda sektioner. Därav är beräkningarna för parkområdet runt Kvillebäcken väldigt förenklade.

I AutoCad mättes dikeslängderna i ritningen för området och genom att räkna på tvärsnittsareor mellan ungefär  $1$ – $4\text{ m}^2$  har förenklade beräkningar gjorts så att en volym på ungefär  $1500\text{ m}^3$  kan omhändertas i parkområdet runt bäcken.

# Växtförslag för regnbäddsstråk och växtbäddar på lokal- och huvudgata och parkområde runt Kvillebäcken

## Växtförslag för parkområde runt Kvillebäcken

Tabell 1. Förslag på vegetation till fuktiga – friska delar i våtmarksdel och meanderande dike.

Ståndort fuktigt - friskt	
Latinskt namn	Svenskt namn
<i>Carex elata</i>	bunkestrarr <sup>1</sup>
<i>Carex nigra</i>	hundstarr <sup>1</sup>
<i>Carex riparia</i>	jättestarr <sup>1</sup>
<i>Juncus conglomeratus</i>	knapptåg
<i>Iris sibirica</i>	strandiris
<i>Carex acuta</i>	vasstarr
<i>Mentha aquatica</i>	vattenmynta
<i>Filipendula ulmaria</i>	älggräs

Tabell 2. Förslag på vegetation till fuktiga – blöta delar i våtmarksdel och meanderande dike.

Ståndort blött - fuktigt	
Latinskt namn	Svenskt namn
<i>Alisma plantago-aquatica</i>	kranssvalting
<i>Butomus umbellatus</i>	blomvass
<i>Caltha palustris</i>	kabbleka
<i>Frangula alnus</i>	brakved
<i>Iris pseudacorus</i>	svärdsilja
<i>Phalaris arundinacea</i>	rörflen <sup>2</sup>
<i>Ranunculus flammula</i>	ältranunkel
<i>Salix caprea</i>	sälg <sup>3</sup>
<i>Typha angustifolia</i>	smalkaveldun <sup>3</sup>

<sup>1</sup> Planteras i vatten/i dike, filtrerar vattnet (Svenskt Vatten, 2011)

<sup>2</sup> Planteras i strandkant/dike, filtrerar vatten (Svenskt Vatten, 2011)

<sup>3</sup> Planteras i vatten, renar och bra för näringsupptag, tar inte över på samma vis som bredkaveldun (Svenskt Vatten, 2011)

Tabell 3. Förslag på vegetation till torrare – friska delar i våtmarksdel och meandrande dike.

Ståndort friskt - torrare	
Latinskt namn	Svenskt namn
<i>Alnus glutinosa</i> fk Fyris E	klibbal
<i>Betula pubescens</i>	glasbjörk
<i>Crataegus orientalis</i> 'Strapats' E	luddhagtorn
<i>Frangula alnus</i>	brakved
<i>Humulus lupulus</i>	humle
<i>Larix decidua</i>	europaisk lärk
<i>Pinus nigra</i>	svarttall
<i>Prunus spinosa</i> 'Västeråker' E	slån
<i>Pterocarya fraxinifolia</i> fk Uppsala E	kaukasisk vingnöt <sup>4</sup>
<i>Salix purpurea</i> 'Nana'	litet rödvide <sup>4</sup>
<i>Sambucus nigra</i>	fläder
<i>Sorbus aucuparia</i> fk Västeråker E	rönn

<sup>4</sup> Bra för lekmiljö.



## Exempelgator lokal- och huvudgata

Tabell 4. Förslag på vegetation i lokalgata.

Lokalgata	
Latinskt namn	Svenskt namn
<i>Alnus x spaethii</i>	berlineral
<i>Ammophila arenaria</i>	sandrör
<i>Calamagrostis acutiflora</i> 'Karl Foerster'	tuvrör
<i>Deschampsia flexuosa</i>	kruståtel
<i>Hemerocallis lilioasphodelus</i>	gul daglilja
<i>Melica uniflora</i>	lundslok
<i>Pinus nigra</i>	svarttall
<i>Prunus spinosa</i> 'Västeråker' E	slån
<i>Salvia verticillata</i> 'Purple Rain'	kranssalvia
<i>Sambucus nigra</i>	fläder

Tabell 5. Förslag på vegetation i huvudgata.

Huvudgata	
Latinskt namn	Svenskt namn
<i>Allium schoenoprasum</i>	gräslök
<i>Alnus cordata</i>	italiensk al
<i>Alnus glutinosa</i> f.k. Fyris E	klibbal
<i>Alnus x spaethii</i>	berlineral
<i>Ammophila arenaria</i>	sandrör
<i>Calamagrostis acutiflora</i> 'Karl Foerster'	tuvrör
<i>Crataegus orientalis</i> 'Strapats' E	luddhagtorn
<i>Elaeagnus angustifolia</i>	smalbladig silverbuske
<i>Elymus magellanicus</i>	blåelm
<i>Eryngium alpinum</i> 'Blue Star'	alpmartorn
<i>Hemerocallis lilioasphodelus</i>	gul daglilja
<i>Pinus mugo</i>	bergtall
<i>Salvia verticillata</i> 'Purple Rain'	kranssalvia

## Publicering och arkivering

Godkända självständiga arbeten (examensarbeten) vid SLU publiceras elektroniskt. Som student äger du upphovsrätten till ditt arbete och behöver godkänna publiceringen. Om du kryssar i **JA**, så kommer fulltexten (pdf-filen) och metadata bli synliga och sökbara på internet. Om du kryssar i **NEJ**, kommer endast metadata och sammanfattning bli synliga och sökbara. Fulltexten kommer dock i samband med att dokumentet laddas upp arkiveras digitalt.

Om ni är fler än en person som skrivit arbetet så gäller krysset för alla författare, ni behöver alltså vara överens. Läs om SLU:s publiceringsavtal här: <https://www.slu.se/site/bibliotek/publicera-och-analysera/registrera-och-publicera/avtal-for-publicering/>.

☒ JA, jag/vi ger härmed min/vår tillåtelse till att föreliggande arbete publiceras enligt SLU:s avtal om överlåtelse av rätt att publicera verk.

☐ NEJ, jag/vi ger inte min/vår tillåtelse att publicera fulltexten av föreliggande arbete. Arbetet laddas dock upp för arkivering och metadata och sammanfattning blir synliga och sökbara.